



INTEGRACIÓN TRANSVERSAL DE MATERIAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

VIVIENDA COLECTIVA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: INTEGRACIÓN DE MATERIAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN. CONVOCATORIA 2010.
DPTO. EXPRESIÓN GRÁFICA E INGENIERIA EN LA EDIFICACIÓN /
CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS II /
MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS, TEORÍA DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA DEL TERRENO.
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN. UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

Dpto. Expresión Gráfica e Ingeniería en la edificación.

Dpto. Construcciones Arquitectónicas II.

Dpto. Mecánica y Medios Continuos, teoría de las estructuras e ingeniería del terreno

ETSIE- UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

I.S.B.N. 978-84-694-9602-2

Nº. Registro: 11/110758

Imprime: OCE, S.A.

Director del proyecto:

Isidro Cortés Albalá

Profesores participantes en el Proyecto de Investigación:

Rafael Llácer Pantión

M^a. Victoria de Montes Delgado

M^a Teresa Sastre González

Rocío Quiñones Rodríguez

Santiago Lloréns Corraliza

Juan Luis Barón Cano

Miguel León Muñoz

Francisco José Gómez Jurado

Juan Carlos Camacho Vega

Margarita Cámara Pérez

Alumno becario:

Raúl Martínez Viñas

Asistente honorario:

Alejandro Rodríguez Gómez

Alumna colaboradora:

Reyes Jara Martínez

ÍNDICE

01. Prologo.....	9	06.1.2. Diseño.....	47
02. Antecedentes.....	11	06.2. Descripción de cada instalación.....	47
03. Definición del proyecto de investigación.....	11	06.2.1. Cálculo y dimensionado.....	47
03.1. Convocatoria de ayudas para Investigación Docente de la Universidad de Sevilla.....	11	06.2.2. Resultados.....	48
03.2. Objetivos y justificación.....	11	06.2.3. Discusión de resultados.....	48
03.3. Asignaturas participantes.....	12	06.3. Descripción instalación de suministro de agua.....	48
03.4. Estrategias y planificación del proceso de trabajo.....	14	06.3.1. Introducción.....	48
03.5. Elección del modelo.....	15	06.3.2. Acometida.....	48
03.6. Recursos utilizados.....	17	06.3.3. Instalación general.....	48
Aplicaciones informáticas.....	17	06.3.3.1. Armario en fachada.....	48
04. Elaboración y exportación de la maqueta virtual del edificio.....	17	06.3.3.2. Tubo de alimentación.....	49
04.1. Introducción.....	17	06.3.3.3. Sistema de sobreelevación.....	49
04.2. Introducción.....	19	06.3.3.4. Batería de contadores individuales.....	50
04.2.1. Generación de la cimentación.....	20	06.3.3.5. Montantes o ascendentes individuales.....	50
04.2.2. Generación de la Planta Sótano.....	20	06.4. Descripción de la instalación de energía solar térmica.....	50
04.2.3. Generación de la Planta Baja.....	21	06.4.1. Sistema de captación.....	50
04.2.4. Generación de la Planta 1ª y 2ª.....	22	06.4.2. Sistema de acumulación.....	51
04.2.5. Generación de la Planta Ático.....	23	06.4.3. Sistemas de circuitos hidráulicos.....	51
04.2.6. Generación de la Planta Cubierta.....	23	06.4.4. Sistemas de regulación y control.....	51
04.3. Exportación de la geometría de la maqueta virtual a formato IFC.....	24	06.4.5. Sistemas de energía convencional auxiliar.....	52
04.3.1. Introducción.....	24	06.5. Instalaciones particulares.....	52
04.3.2. Creación del archivo IFC destinado a CYPECAD.....	24	06.6. Proceso introducción de instalación de suministro de agua en CYPE.....	53
04.3.3. Creación del archivo IFC destinado a CYPE Instalaciones del edificio.....	25	06.6.1. Elementos que componen la acometida.....	54
04.4. Conversión de la maqueta virtual básica a nivel de Proyecto de Ejecución.....	26	06.6.2. Instalación general.....	54
04.4.1. Elementos a modificar.....	26	06.6.3. Instalaciones particulares.....	55
04.4.2. Creación de nuevos elementos constructivos.....	27	06.6.4. Canalizaciones instalación de suministro de agua.....	56
05. Proceso de diseño y cálculo de la Estructura.....	31	06.7. Descripción de la Instalación eléctrica.....	56
05.1. Consideraciones previas.....	31	06.7.1. Caja general de protección.....	56
05.2. Diseño de la estructura.....	31	06.7.2. Línea general de alimentación.....	56
05.2.1. Cimentación.....	31	06.7.3. Cuarto de contadores.....	56
05.2.2. Estructura.....	31	06.7.4. Derivaciones individuales.....	56
05.3. Predimensionado.....	31	06.7.5. Cuadro de mando y protección.....	57
05.4. Datos de partida.....	31	06.7.6. Realización del cálculo.....	57
05.5. Proceso de cálculo.....	33	06.7.7. Conclusiones.....	57
05.5.1. Introducción.....	33	06.8. Proceso introducción de instalación de evacuación de aguas en CYPE.....	57
05.5.2. Procedimiento de cálculo tipo A.....	33	06.8.1. Evacuación de aguas pluviales.....	58
05.5.3. Procedimiento de cálculo tipo B.....	36	06.8.2. Evacuación de aguas residuales.....	59
05.6. Conclusiones.....	44	06.9. Proceso introducción de instalación de ventilación (calidad interior del aire) en CYPE.....	62
06. Diseño e implantación de las instalaciones comunitarias del edificio.....	47	06.9.1. Ventilación de las viviendas.....	63
06.1. Introducción.....	47	06.9.2. Ventilación garaje.....	65
06.1.1. Consideraciones previas.....	47	07. Estudio de la demanda energética del edificio.....	69

07.1. Consideraciones previas.....	69
07.10. Futuras líneas de investigación.....	81
07.2. Objetivo.....	69
07.3. Procedimiento de trabajo.....	69
07.4. Elección del procedimiento de verificación.....	69
07.5. Programas informáticos.....	70
07.6. Importación de la maqueta virtual a CYPE Instalaciones del edificio (archivo IFC).....	71
07.7. Cálculo y dimensionado por la opción simplificada.....	74
07.8. Cálculo y dimensionado por la opción general.....	79
07.9. Discusión de resultados y conclusiones.....	80
08. Mediciones y presupuesto.....	83
08.1. Metodología de trabajo para asignar partidas a los elementos constructivos de la maqueta virtual.....	83
08.1.1. Introducción.....	83
08.1.2. Configuración conexión allplan Arquímedes.....	83
08.1.3. Definición de catálogo de materiales en allplan.....	83
08.1.4. Generador de precios.....	83
08.1.5. Asignación de materiales.....	84
08.1.6. Exportación a programa de mediciones y presupuestación archivo xca.....	85
08.1.7. Importación de archivo xca en arquímedes.....	86

08.1.8. Conclusiones.....	86
08.2. Criterios de medición y presupuesto.....	86
08.2.1. Elección del programa de presupuestación y bases de datos.....	87
08.2.2. Elección de las unidades de obra.....	88
08.2.3. Criterios de medición y formas de medir.....	89
08.2.4. Tipo de presupuesto.....	89
09. Obtención de la documentación gráfica.....	91
09.1. Introducción.....	91
09.2. Obtención de Planos de Mobiliario Usos y Superficies.....	92
09.3. Obtención de Alzados y Secciones constructivas.....	93
09.4. Obtención de Planos de Estructuras.....	95
09.5. Obtención de planos de Instalaciones.....	96
10. Conclusiones generales.....	97
10.1 Desde la integración de materias.....	97
10.2. Desde el área de Instalaciones.....	97
10.3. Desde el área de Mediciones.....	97
10.4. Desde el área Gráfica.....	98
10.6. Desde el área de Estructuras.....	98
11. Líneas de investigación abiertas.....	101
12. Referencias.....	103

01. Prologo.

No cabe duda de que el tema abordado en esta publicación es de relevante importancia para la investigación en el desarrollo de proyectos de edificación. Las herramientas informáticas actuales, en constante evolución, puestas al servicio de los técnicos, ofrecen posibilidades inusitadas y ampliamente desconocidas a día de hoy. Es necesario dar a conocer y utilizarlas correctamente para poder competir en un mercado tan exigente como es el de la arquitectura e ingeniería de la edificación.

El elenco de personas que han desarrollado este documento que tenemos por delante, habla por sí mismo de la importancia y necesidad de poner en orden y correlación lógica y necesaria todas las disciplinas estudiadas en la carrera universitaria. Han realizado una espléndida labor, desde los profesores universitarios, algunos de los cuales tengo el placer de conocer y admiro personalmente, hasta el resto de los componentes del equipo, magistralmente dirigido por Isidro Cortés Albalá, del que puedo dar fe de su buen hacer en la coordinación de grupos de trabajo.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se elige un modelo de edificio que podríamos denominar estándar, lo cual da una visión válida

a la generalidad de los proyectos desarrollados en España, huyendo de alardes arquitectónicos que poco pueden servir de ejemplo a la mayoría de los casos reales que se nos pueden presentar.

En estas páginas encontramos un enfoque práctico que se basa en dos piedras angulares para el desarrollo del proyecto básico y de ejecución del Edificio. Estas dos piedras angulares son dos herramientas informáticas en forma de software avanzado en la materia. Hablamos de un programa de diseño asistido por ordenador con integración de tecnología BIM en modelos tridimensionales de edificios; ALLPLAN, y del software líder en cálculo de estructuras e integración de todas las instalaciones del edificio y capacidad de comunicación en formato IFC con los programas de CAD/BIM, para comprobar las prestaciones y dotaciones del edificio de acuerdo con los múltiples requisitos normativos actuales; CYPE.

La utilización del formato de intercambio IFC es una realidad, pero también es un hecho que queda un largo camino por recorrer para que la comunicación entre programas que lo importan y exportan sea totalmente eficaz. En este trabajo que tenemos en las manos se explica algo tan

importante para el éxito del desarrollo del proyecto utilizando diferentes programas, como es la preparación de los ficheros de dibujo de ALLPLAN para posteriormente exportarlos e importarlos en el programa de cálculo de estructuras y el del resto de aspectos prestacionales y dotacionales del edificio, el programa INSTALACIONES DEL EDIFICIO.

No queda atrás el detalle del procedimiento de introducción y comprobación de los distintos requerimientos normativos, la salida gráfica de los resultados, así como la medición y valoración para confeccionar el presupuesto.

Desde aquí animo a que se continúe en esta línea de investigación, que deberá ser paralela al desarrollo del software y de las comunicaciones entre los distintos programas, con el fin de mejorar la calidad de los proyectos y su coherencia documental.

Álvaro de Fuentes Ruiz
Ingeniero de Edificación - Arquitecto Técnico
Consultor de estructuras e instalaciones
Formador en Software de CYPE Ingenieros, S.A.

02. Antecedentes.

Desde la revolución que supuso la aparición de los software basados en elementos parametrizables para el diseño de edificación, hace unos diez años, los estudios de arquitectura están incorporando progresivamente en el desarrollo de sus proyectos las nuevas herramientas de tratamiento de la información con sistemas digitales integrados: Es decir, programas informáticos capaces de construir un modelo virtual del edificio en tres dimensiones y de diferenciar sus componentes constructivos, dotándoles de dimensiones paramétricas.

Con ello, se supera en operatividad a los programas de dibujo asistido en 2D, para desarrollar un proyecto integrador que permite generar la documentación técnica de un proyecto de edificación, con el concurso de los programas BIM (Building Information Modeling).

Por otra parte, la estructura docente de los estudios que dan acceso a las titulaciones de Arquitecto e Ingeniero de Edificación, fomenta una fragmentación en asignaturas dispares de los conocimientos adquiridos por los alumnos en distintas áreas.

Debido a ello, un grupo de profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, planteamos llevar a cabo una experiencia integradora de las distintas disciplinas, optando por el desarrollo de un proyecto de edificación como eje vertebrador del mismo.

En este proyecto integrador deberían participar profesores de las asignaturas de estructuras, instalaciones y mediciones y presupuestos, coordinadas por profesores del área gráfica con experiencia en infografía y maquetación virtual.

03. Definición del proyecto de investigación.

03.1. Convocatoria de ayudas para Investigación Docente de la Universidad de Sevilla.

Se plantea un Proyecto de Investigación Docente en el marco de la convocatoria correspondiente a la línea de acción 6 del I Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla (acuerdo 6.1/CG 28-10-08), con la pretensión de conseguir el Objetivo Estratégico III "Disponer de la metodología adecuada".

Mediante esta línea de acción, se incentiva en el seno de la comunidad universitaria la reflexión y el análisis en aquellas áreas relacionadas con la docencia que necesiten ser reforzadas, a fin de que nuestros estudiantes completen su formación, al tiempo, que se promueven acciones de mejora con carácter constructivo, facilitando los medios que permitan el intercambio de experiencias entre el profesorado.

Atendiendo esta convocatoria se presenta este proyecto de investigación desarrollado por un equipo multidisciplinar, con el fin de analizar la necesidad de implementación de nuevos sistemas y formatos de enseñanza integrados en el nuevo modelo de formación universitaria (EEES) que se plasma en el título de INGENIERO DE EDIFICACIÓN, acogiendo con ello al punto dos de la línea prioritaria de la convocatoria: Coordinación entre materias.

03.2. Objetivos y justificación.

Se plantea este proyecto de investigación docente como continuación del PROYECTO DE INTEGRACIÓN TRANSVERSAL DE MATERIAS

DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN, desarrollado durante el curso académico 2009/10. En dicho proyecto se abordó la integración de diferentes disciplinas de la titulación mediante la construcción de una maqueta virtual de una vivienda unifamiliar.

Para el presente curso se pretende la continuación del anterior proyecto centrando el estudio en una edificación colectiva, abordando los temas de estructuras, instalaciones comunitarias y usos colectivos específicos.

Como se especificaba en la memoria de la anterior convocatoria, planteamos llevar a cabo una experiencia integradora de las distintas disciplinas en torno al desarrollo del proyecto de edificación como eje vertebrador del mismo.

Siguiendo esta línea, el presente proyecto de investigación docente aspira a mejorar las capacidades y habilidades extracurriculares del alumnado que se gradúen en nuestra Escuela. Se pretenden desarrollar en esta plataforma los instrumentos de análisis de la metodología didáctica de cada una de las disciplinas que intervienen, contribuyendo con ello a la mejora integral de la docencia.

El desarrollo del proyecto de edificación en los estudios profesionales de arquitectura, requiere la concurrencia de todas las disciplinas propias de la ejecución del mismo, atendiendo a un guión que dependerá del tipo de trabajo a realizar. Su elaboración supone la redacción de una serie de documentos técnicos tales como memorias, pliegos de condiciones, presupuestos y planos, necesarios para la posterior materialización de lo proyectado.

La preocupación por esta coherencia en la realización de la documentación de estos proyectos, nos mueve a desarrollar este trabajo

de puesta en común, implicando a profesores y alumnos.

Actualmente los estudios de arquitectura con proyección de futuro se aprovechan de las posibilidades que ofrecen las nuevas herramientas de tratamientos de la información con sistemas digitales integrados:

Programas capaces de proporcionar un modelo virtual del edificio en tres dimensiones y de diferenciar sus componentes constructivos, superando los programas de dibujo asistido, que se limitan a la elaboración en dos dimensiones de los planos de arquitectura.

Disponemos de programas en el mercado que permiten el trabajo coordinado entre las distintas disciplinas en tiempo real.

La formación de nuestros alumnos debe integrar el conocimiento de unos procedimientos de trabajo que son habituales en el mercado laboral.

Concluimos que la intención última de este trabajo es desarrollar un proyecto integrador, que partiendo de los conocimientos obtenidos en cada una de las disciplinas, permita generar la documentación técnica de un proyecto de edificación, utilizando como herramienta de trabajo los programas BIM (*Building Information Modeling*).

03.3. Asignaturas participantes.

Desde un punto de vista teórico, podríamos entender que sería necesaria la concurrencia de la mayor parte de las asignaturas de la titulación. Pero desde la operatividad de la actividad sería conveniente la limitación de las mismas, en principio al menos, a las que consideramos estructurantes de los contenidos de un proyecto de arquitectura, como son ESTRUCTURAS,

INSTALACIONES y MEDICIONES Y PRESUPUESTOS, articuladas todas por INFOGRAFÍA Y MAQUETACIÓN VIRTUAL, como elemento común a todas las disciplinas que desarrolla el proyecto de arquitectura, y como forma última de plasmar las intenciones de cada una de las especialidades.

Creemos que con este proyecto se potencia el uso de sistemas digitales integrados para las asignaturas de Estructuras e Instalaciones:

1. El uso de sistemas digitales integrados hace posible que el alumno pueda comprender mejor la búsqueda de las soluciones más idóneas para una correcta implantación de los sistemas de estructuras e instalaciones en los diferentes espacios constructivos de los edificios.

2. El Proyecto se centra concretamente en los espacios comunes de un edificio de viviendas, donde se desarrollan a lo largo de los mismos las denominadas instalaciones generales del edificio (instalaciones que resuelven los diferentes suministros particulares más las instalaciones propias de esos espacios comunes). En el Proyecto se excluye, por tanto, las instalaciones particulares o individuales, estando desarrollándose en otras experiencias y proyectos que se encuentran en marcha.

3. Básicamente, en los espacios comunes mencionados nos surgen tres tipos de implantaciones: las de carácter horizontal, las centralizaciones (constituidos por los locales técnicos) y las de carácter vertical (las canalizaciones verticales).

4. La accesibilidad, el mantenimiento y la compatibilidad tanto con los elementos constructivos como con las instalaciones entre sí, son cuestiones que necesariamente tienen

que contemplarse en la búsqueda de soluciones integradas en los edificios de viviendas.

5. Las herramientas digitales favorecen la visión espacial de todo lo comentado en un aprendizaje progresivo del alumno.

Por otra parte se potencia en la interrelación con las otras asignaturas que se suman al proyecto:

1. Infografía y Maquetación Virtual / Estructuras / Instalaciones I / Instalaciones II:

El manejo de los mismos criterios para la representación gráfica de las estructuras e instalaciones, tanto para planos como para esquemas.

2. Estructuras / Instalaciones I / Instalaciones II / Mediciones y presupuestos:

El entendimiento por parte del alumno de la necesidad de concretar las especificaciones mínimas necesarias de cada elemento de que consta una estructura o instalación para que quede correctamente definido en el proyecto, es la base fundamental para la adecuada redacción de los epígrafes correspondientes que forman el presupuesto del proyecto, así como para determinar las dimensiones a cuantificar las mediciones de los mismos.

Infografía y Maquetación Virtual / Estructuras / Instalaciones I y II/ Mediciones y Presupuestos.

La documentación gráfica en forma de planos ha sido tradicionalmente el soporte esencial para el desarrollo de las mediciones y del presupuesto. Las nuevas formas de representación basadas en sistemas infográficos son una realidad en el desarrollo del proyecto de edificación. El proceso de presupuestación forma parte de este desarrollo tanto en la toma de decisiones como en el resultado final, por lo tanto la integración de

ambas disciplinas desde la base formativa es ya una necesidad.

INTEGRACIÓN TRANSVERSAL DE MATERIAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN. VIVIENDA COLECTIVA										
ORGANIGRAMA DE TRABAJO										
FASE DE TRABAJO	ÍNDICE DE CONTENIDOS	RESPONSABLE DE ÁREA	TEMPORALIZACIÓN							Año-18
			SEPT/DIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
VIVIENDA COLECTIVA DE PALMA DELCEÑO, "HABITAT DE PALMA" COORDINADOR: ISIDRO CORTÉS ALBAÑAL	HABILITACIÓN VERTICAL	Rafael Marlaro Vázquez	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
	EXPORTACIÓN DE DATOS IFC	R. Quiñones Rodríguez / R. Marlaro Vázquez	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
	ESTRUCTURAS	María Teresa Salas	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
	INSTALACIONES	Rafael Llano Padilla (TODAS LAS INSTALACIONES)	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
	MEJORACIONES PREEXISTENTES	Jesse León Durán Cano	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
	CALIFICACIÓN CALIFICATIVA	Alejandra Rodríguez Gómez	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
	DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	CORTÉS/MARTÍNEZ	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
PUBLICACIÓN	DOCUMENTACIÓN	LLORENTE/LÁCER/ TOVA/CORTÉS	■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■
			■	■	■	■	■	■	■	■

Fig. 2.01. Organigrama de trabajo

03.4. Estrategias y planificación del proceso de trabajo.

El objetivo principal del proyecto docente es la puesta en común de conocimientos y experiencias entre profesores de diferentes asignaturas de la carrera.

Por ello la metodología de trabajo se ha basado en una constante comunicación de los miembros del grupo de investigación, fundamentado en una programación de reuniones semanales, con un guión preestablecido de trabajo, una organización de las responsabilidades en función de la materia que cada uno imparte o del trabajo asignado, la utilización de sistemas de comunicación vía internet, la observancia continua de los objetivos planteados con objeto de evitar divagaciones ó planteamientos innecesarios y el dominio de la herramienta informática por parte de los miembros del equipo de trabajo.

Aunque se han producido algunas desviaciones de tiempo sobre el organigrama previsto, resultó muy importante contar con esta organización previa, pues ha servido como calendario de trabajo y definidor de tareas durante toda la fase operativa del Proyecto de Investigación.



Fig. 2.02. Plantas del edificio de referencia.

03.5. Elección del modelo.

El desarrollo del proyecto docente precisa un referente arquitectónico previo que sirva como modelo para realizar el proyecto de arquitectura, mediante la herramienta digital correspondiente, en nuestro caso el programa Allplan.

Se elige como modelo de trabajo el proyecto de un edificio de cuatro plantas más sótano, dedicadas la baja a locales comerciales, las dos altas y la de ático a viviendas y el sótano a garaje. Este modelo se caracteriza por ser de extensión moderada, estar bien documentado y constituir un buen diseño de arquitectura contemporánea.

La superficie en planta del solar son 710,00 m², organizándose el solar con fachada a tres calles en un entorno urbano de una población media (unos 20.000 habitantes) como es Palma del Río, en la provincia de Córdoba. Datos necesarios para el cumplimiento de la normativa urbanística y adecuación a las condiciones del CTE. Objetivos estos impuestos como premisa en el estudio, dado que todos los cálculos se realizaran partiendo de las condiciones virtuales del edificio implantado en su medio físico y urbano.

Con estas premisas se obtiene un edificio con 12 pisos y 4 áticos con una superficie útil aproximada de 1250 m², planta baja de locales con una superficie útil de 409,86 m² y un sótano garaje con capacidad para 17 vehículos y una superficie útil de 441,15 m².

03.6. Recursos utilizados: Aplicaciones informáticas.

Debe entenderse que el desarrollo del proyecto no trata de la utilización de un programa de tratamientos gráficos determinado, sino que por el contrario, consiste en la implantación de un programa base de trabajo para la generación de una maqueta virtual con atributos parametrizables, y a partir de ella, poder comunicarnos o ponernos en relación con otros programas que nos van a permitir realizar las Estructuras, instalaciones, mediciones, presentaciones, textos, etc, directamente.

Así las aplicaciones informáticas utilizadas han sido:

Aplicaciones para diseño CAD-BIM: ALLPLAN.

Aplicaciones para diseño y cálculo de la Estructura: CYPECAD 2011

Aplicaciones para diseño y cálculo de instalaciones: CYPE INSTALACIONES

Aplicaciones para mediciones y presupuestos: PRESTO/ARQUÍMEDES/MICROSOFT EXCEL

Aplicaciones para tratamiento de textos e impresión: Microsoft Word/PDFCreator.

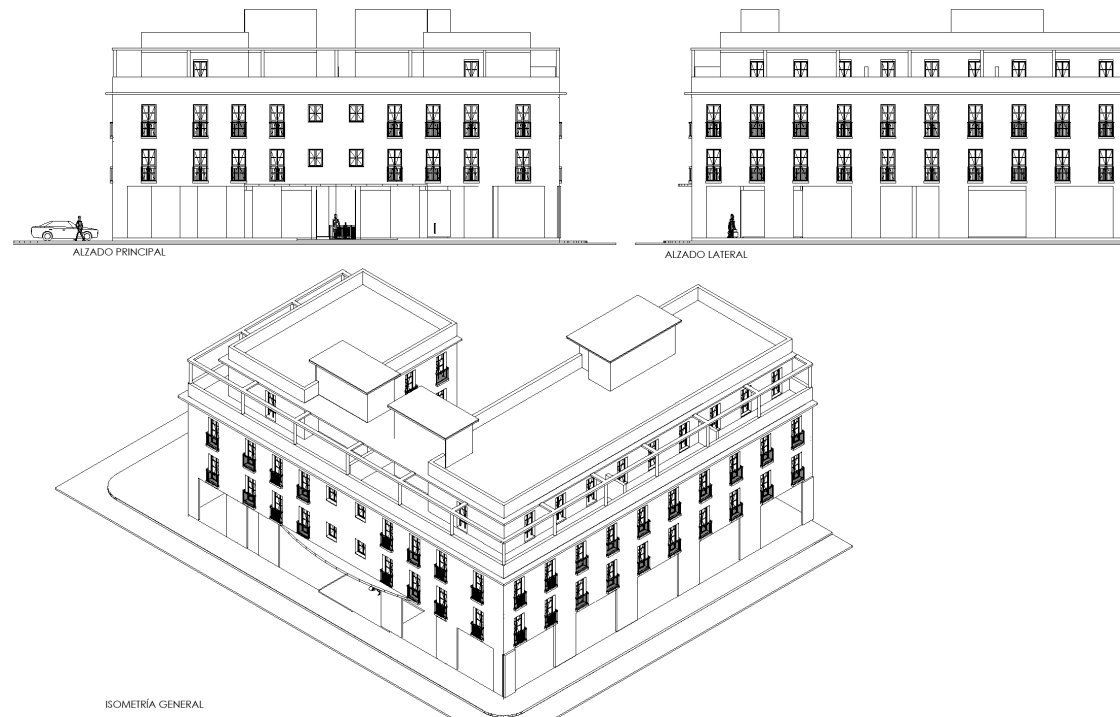


Fig. 2.03. Alzados e isometría del edificio de referencia.

04. Elaboración y exportación de la maqueta virtual del edificio.

04.1. Introducción.

La generación de la maqueta virtual se realizará con el programa infográfico Allplan en dos fases claramente diferenciadas, en primer lugar se desarrollará a nivel de Proyecto de Básico (Fig. 4.01) y se finalizará a nivel de Proyecto de Ejecución.

La razón de dividir el proceso en dos partes se fundamenta principalmente en la necesidad de la simplificación de la maqueta virtual a la hora de exportarla a otros programas informáticos, en nuestro caso a CYPECAD y CYPE Instalaciones del edificio.

Así que, una vez creada la maqueta a nivel de Proyecto Básico se exportará esta información paramétrica a los programas anteriormente citados mediante la creación de dos archivos IFC (Industry Foundation Classes), uno para cada programa.

Por último, se realizará la conversión de la maqueta básica a compleja, alcanzando el nivel de Proyecto de Ejecución (Fig.4. 02). Esta transformación se conseguirá mediante la modificación de determinados elementos constructivos y la generación de nuevos elementos.

Con estos dos procesos, se pretende que el desarrollo de la maqueta virtual reproduzca los pasos necesarios para la construcción real del edificio de viviendas.

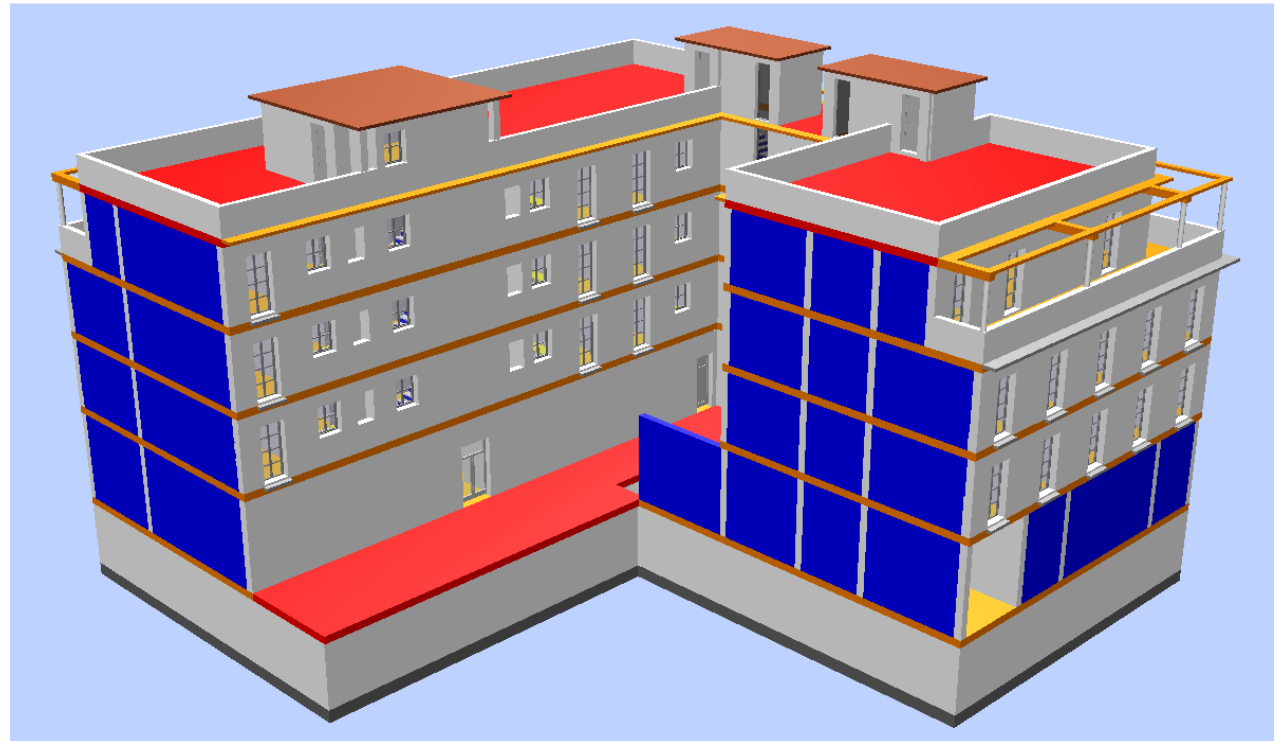


Fig. 4. 01. Maqueta virtual a nivel de Proyecto Básico.



Fig. 4.02. Maqueta virtual a nivel de Proyecto Ejecución.

Inicialmente, crearemos un nuevo proyecto en el directorio de Allplan al que llamaremos MANUEL DE FALLA BÁSICO (Fig. 4.03). A dicho proyecto se le asignará una *Estructura de Edificación*, definiendo los niveles de forjado de las distintas plantas que constituyen la vivienda en el *Gestor de Planos Projectivos* (Fig. 4.04). Estos niveles constituyen los planos estándar que servirán de referencia para todos los elementos constructivos que se introducirán posteriormente.

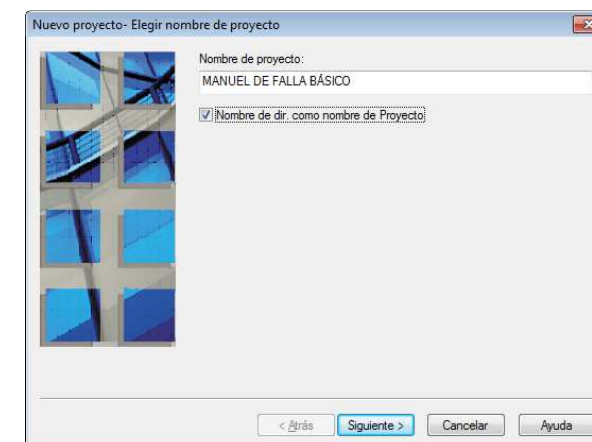


Fig. 4.03. Creación de nuevo proyecto.

El proyecto se organiza por conjuntos, identificando cada uno de ellos con una planta del edificio. A éstos se les asignarán archivos que contendrán la información de los elementos constructivos. Esta estructura permite la visualización de la vivienda por niveles, ocultando los elementos constructivos que se desee en cada caso (Fig. 4.05).

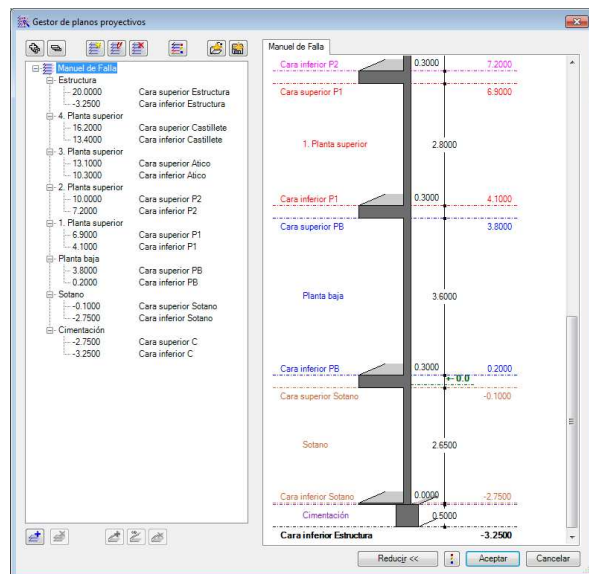


Fig. 4.04. Gestor de planos proyectivos.

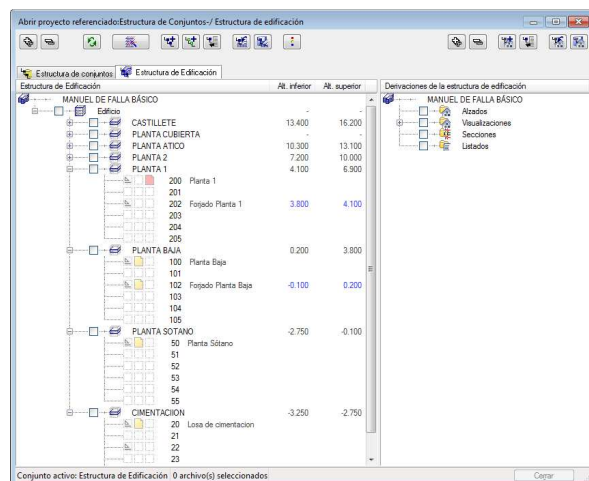


Fig. 4.05. Estructura de edificación.

Dentro de cada archivo, existe a su vez la posibilidad de personalizar y visualizar el tratamiento de los elementos constructivos o modos de representación de los mismos. Esto se consigue aplicando la Estructura de Layers (Fig. 4.06). Aunque en principio pueda parecer laboriosa su aplicación, ésta resulta ventajosa en el desarrollo de proyectos de gran envergadura, en los que tengan que intervenir un gran número de profesionales.

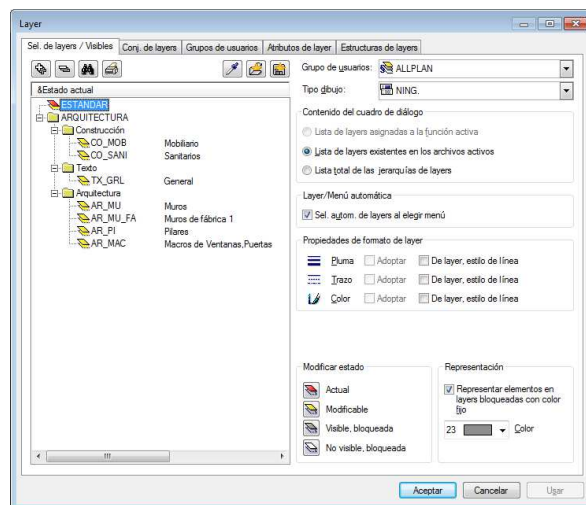


Fig. 4.06. Gestión de layers

04.2. Creación de la maqueta virtual a nivel de proyecto Básico.

Para la creación de la maqueta hemos seguido el procedimiento real de construcción, empezando por la cimentación y terminando por la cubierta.

Los elementos constructivos que se han utilizado a nivel de Proyecto Básico en la confección de la maqueta han sido los siguientes:

- Losa de cimentación.
- Pilares.
- Muros de una sola hoja, tanto para los cerramientos como las particiones.
- Forjados (se crean en archivos independientes al resto de elementos).
- Vigas.
- Vanos y macros de puertas y ventanas.
- Escaleras
- Mobiliario locales húmedos.

Un detalle a tener en cuenta ha sido que tanto la losa de cimentación como las vigas se han creado con la función Forjado, debido a la incompatibilidad de estos elementos en los programas de CYPECAD y CYPE Instalaciones del edificio. Aunque se espera que las próximas versiones de CYPE detecten estos elementos a través de los archivos IFC.

Para la generación de los elementos constructivos en cada planta, se recurre a su función correspondiente (muro, pilar, forjado, etc.), y el programa le asigna directamente los niveles de altura del conjunto seleccionado y los atributos específicos de esta función.

Una vez decidida la composición y dimensiones de los elementos constructivos, procede definir sus alturas relativas, que quedan asociadas a los planos estándar de la estructura de edificio.

En cuanto a los atributos de material (partida para la medición) o unidades para su cálculo asociados a cada elemento constructivo se determinarán cuando el Proyecto de Ejecución, en relación a su forma y materiales, esté

perfectamente definido. Por lo tanto, la entrada de estos datos se incorporará posteriormente en el proceso de conversión de la maqueta virtual básica a nivel de Proyecto de Ejecución.

Por último, las propiedades de formato permiten asignar el tipo de pluma, trazo, color y layer que controlan su representación en pantalla y ploteado de planos.

También es posible asignar una textura para visualizar el elemento constructivo.

04.2.1 Generación de la cimentación.

La cimentación del Proyecto Manuel de Falla está formada por una losa de cimentación que abarca todo el perímetro de la parcela.

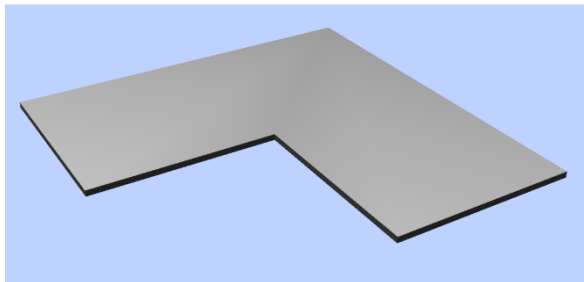


Fig. 4.07. Animación cimentación.

En primer lugar, hay que situarse en el archivo correspondiente dentro del conjunto Cimentación.

A continuación, se crea la losa de cimentación con la función Forjado, en donde se define su espesor, atributos, propiedades de formato y la

referencia de su altura a los planos estándar de la estructura del edificio (Fig. 4. 08 y 4.09).

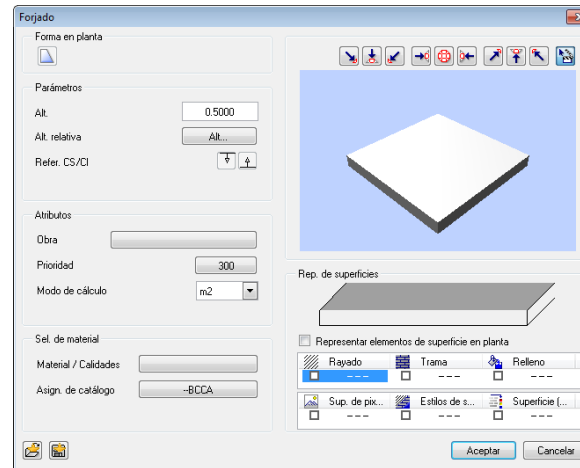


Fig. 4.08. Generación losa de cimentación.

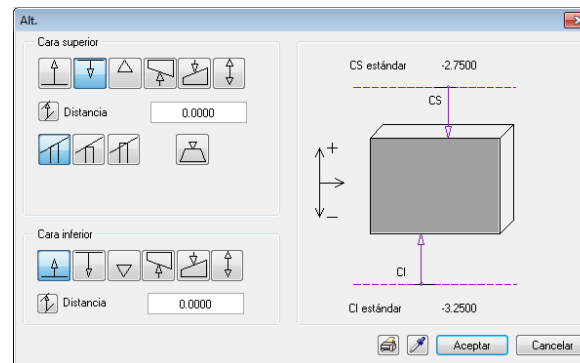


Fig. 4.09. Generación de alturas.

Para finalizar, una vez definido todas sus características, se realiza su trazado en planta.

04.2.2 Generación de la Planta Sótano.

Los elementos que se crean en esta planta son:

- Pilares.
- Muros (cerramientos y particiones).
- Vanos y macros de puertas.
- Escaleras.

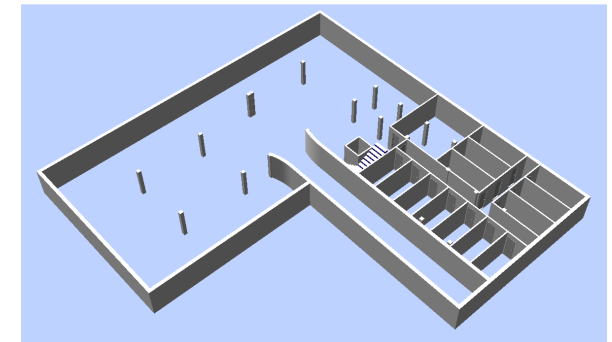


Fig. 4.10. Animación Planta Sótano.

En primer lugar se generan los pilares y muros, definiendo sus parámetros dimensionales, atributos y propiedades de formato (Fig. 4.11).

Una vez generados los cerramientos y tabiques en la planta, se procede a la apertura de vanos y colocación de puertas de trasteros (Fig. 4.12).

Por último, se procede a la realización de la escalera que comunica el garaje con el patio interior del edificio.

El módulo de escaleras permite resolver cualquier geometría de uno o varios tramos, adaptando los peldaños a los niveles del forjado y cumplir la relación entre huella y contrahuella.

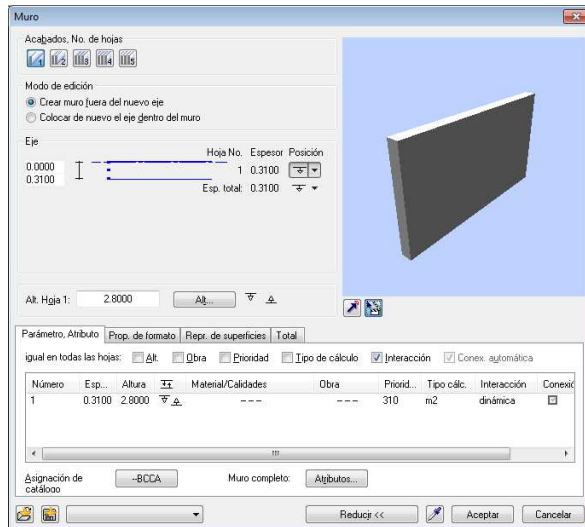


Fig. 4. 11. Generación de muros.

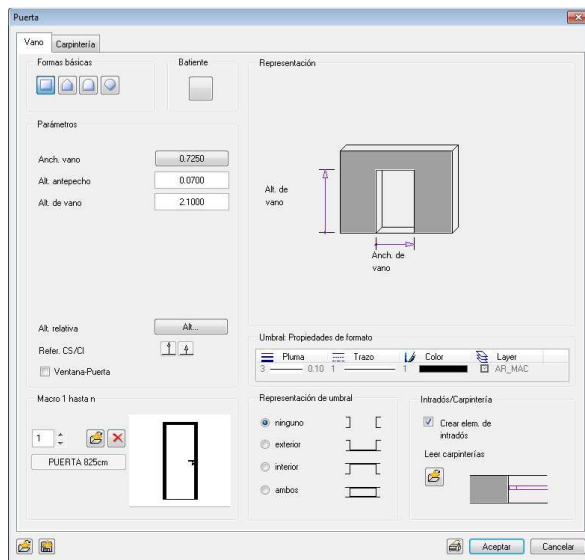


Fig. 4.12. Generación de vanos.

También es posible definir las características de la huella, contrahuella, zanca y barandilla y su representación en plano con la elección de pluma, trazo, color y layer, además de elegir texturas para las animaciones (Fig. 4.13).

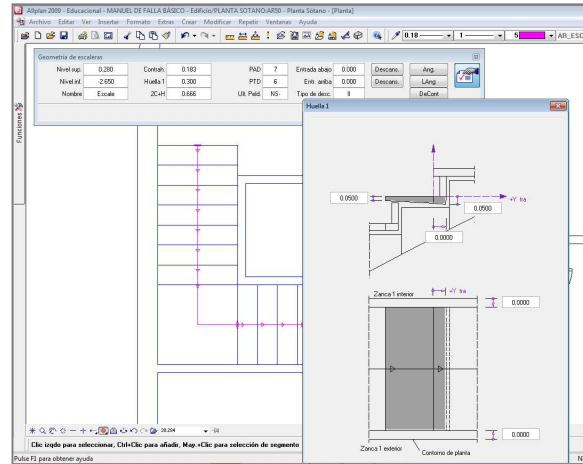


Fig. 4. 13. Generación de muros.

04.2.3 Generación de la Planta Baja.

Los elementos generados en esta planta son:

- Pilares.
- Muros (cerramientos y particiones).
- Forjado
- Vanos y macros de puertas y ventanas.
- Escaleras.

En primer lugar, se realiza una copia de los pilares de la Planta Sótano a un archivo libre del conjunto Planta Baja. Las alturas de los pilares se adaptan inmediatamente a los planos estándar del archivo de destino de la copia.

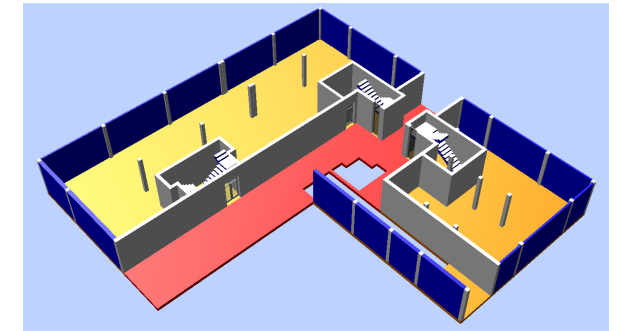


Fig. 4.13. Animación Planta Baja.

A continuación, creamos los demás elementos de la misma forma que hemos visto anteriormente.

En relación a la creación del forjado, hay que añadir la realización de los huecos de escalera que permiten la comunicación entre plantas (Fig. 4.11).

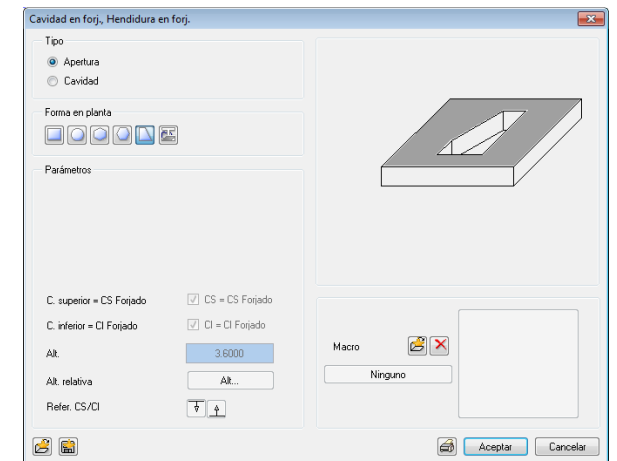


Fig. 4.14. Creación de huecos en los forjados.

04.2.4. Generación de la Planta 1ª y 2ª.

La Planta 1ª y 2ª son plantas tipo, es decir, exactamente iguales. La única y mínima diferencia se encuentra entre los forjados de dichas plantas, ya que el forjado de la Planta 1ª posee un vuelo en forma de media luna en la entrada del edificio (Fig. 4.15).

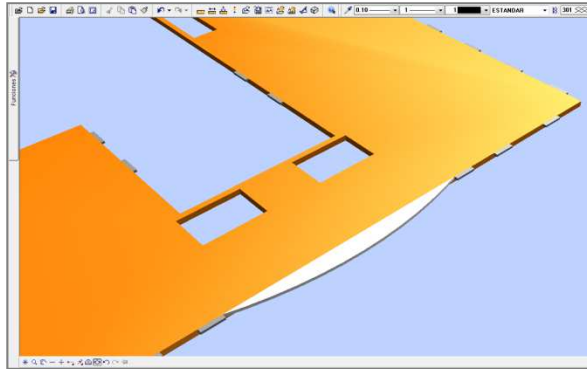


Fig. 4.15. Forjado Planta 1ª.

El procedimiento de creación de estas plantas tipo será, en primer lugar, la realización de la Planta 1ª; y una vez generada, se realizará una copia de los archivos de esta planta al conjunto Planta 2ª (únicamente habrá que modificar los planos de referencia de las escaleras).

Los elementos que necesitamos generar en la Planta 1ª son:

- Pilares.
- Muros (cerramientos y particiones).
- Forjado
- Vanos y macros de puertas y ventanas.
- Escaleras.
- Mobiliario locales húmedos.

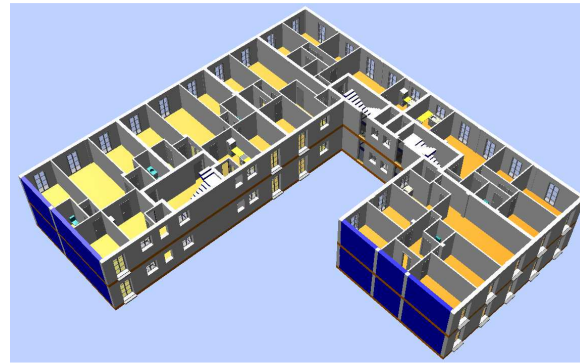


Fig. 4.16. Animación Planta 1ª y 2ª.

En primer lugar, se vuelve a realizar la copia de los pilares de la Planta Baja al nuevo conjunto Planta 1ª.

Para la generación de los demás elementos constructivos se sigue el mismo procedimiento que en las plantas ya creadas.

En cuanto a la apertura de vanos y colocación de puertas y ventanas, el programa permite definir las características formales y dimensiones del hueco, así como fijar su altura relativa respecto a los planos constructivos. También se puede determinar el tipo de pluma, trazo, color o layer para su representación en plano.

Las carpinterías se pueden tomar directamente de la base de datos del programa (Fig. 4.17), o bien generarlas como macros.

El modelador de macros permite realizar puertas o ventanas y adaptar las dimensiones de la perfilera a la geometría del hueco. Es posible elegir pluma y color para la representación en plano y textura para su animación virtual (Fig. 4.18).

También permite configurar la representación en planta de la carpintería, modificándola en función de la escala del plano.

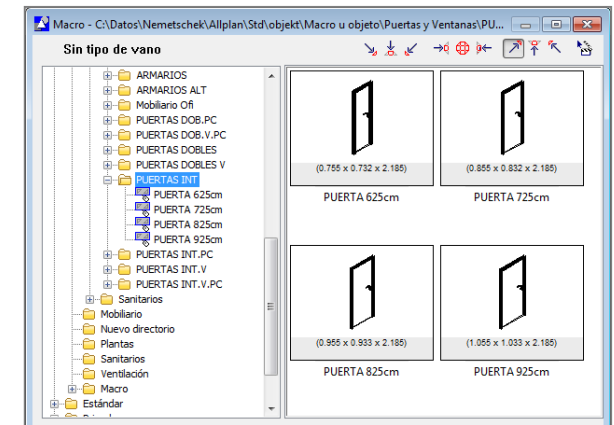


Fig. 4.17. Catálogo de macros.

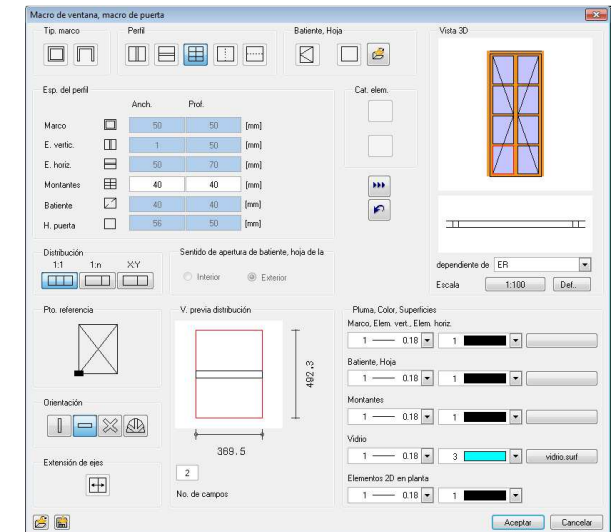


Fig. 4.18. Modelador de macros.

Estas macros pueden ser archivadas en una carpeta para su posterior utilización, bien en el mismo o en posteriores proyectos.

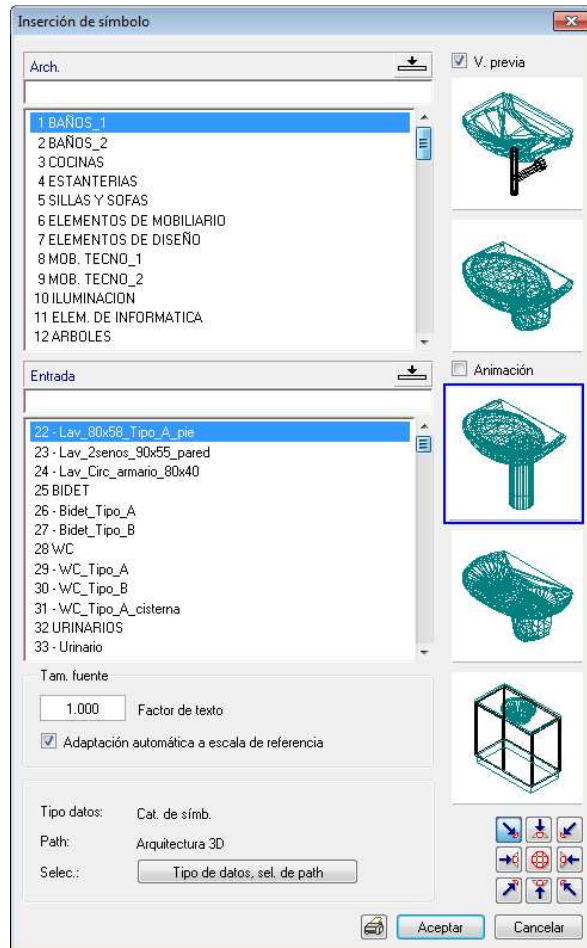


Fig. 4. 19. Catálogo de macros mobiliario.

Para finalizar, introducimos del catálogo de macros el mobiliario de los locales húmedos: muebles, fregaderos, electrodomésticos, y sanitarios. Se pueden insertar en 3D o simplemente en 2D (Fig. 4.19). Estos elementos son necesarios para la creación de las plantillas en Autocad (DWG o DXF) que serán utilizadas en los programas de CYPE.

04.2.5. Generación de la Planta Ático.

La Planta Ático se compone básicamente de los siguientes elementos constructivos:

- Pilares (de sección cuadrada y circular)
- Muros (cerramientos, particiones y pretilas).
- Forjado
- Vanos y macros de puertas y ventanas.
- Escaleras.
- Mobiliario locales húmedos.

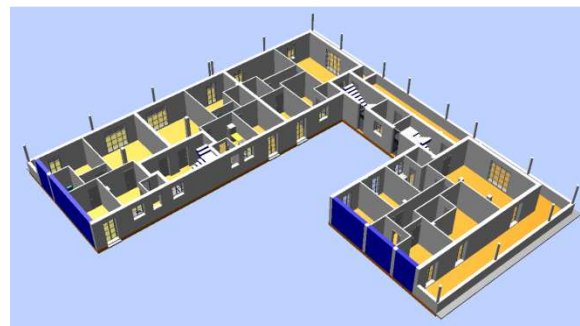


Fig. 4.20. Animación Planta Ático.

Para realizar la Planta Ático, simplemente, copiamos los archivos de la Planta 2ª al conjunto Planta Ático y realizamos las modificaciones necesarias.

En esta planta, los pilares que se encuentran en las terrazas cambian a una sección circular (Fig. 4.21). Así que simplemente, se modifica dentro de las propiedades del pilar su sección.

Por último indicar, que los pretilas de las terrazas se crean con la función muro.

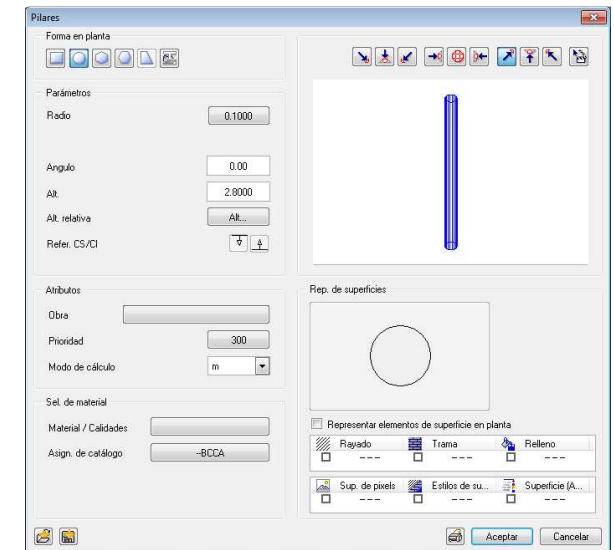


Fig. 4.21. Generación de pilares sección circular.

04.2.6. Generación de la Planta Cubierta.

La planta Cubierta está formada a nivel básico por los siguientes elementos constructivos:

- Pilares
- Muros (cerramientos, particiones)
- Forjado
- Vanos y macros de puertas y ventanas.

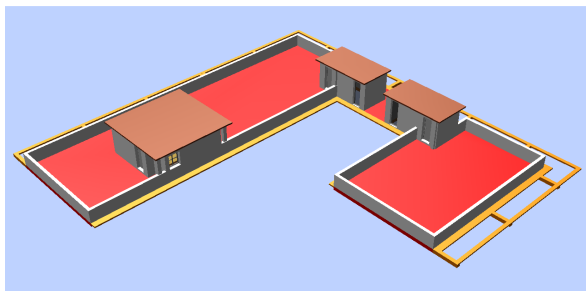


Fig. 4.22. Animación Planta Cubierta.

El módulo de creación de cubiertas permite realizar todo tipo de cubiertas inclinadas, así como buhardillas y lucernarios integrados en la misma.

En nuestro caso, la cubierta plana del edificio se resuelve como un forjado y los pretilos como muros similares a los ya descritos.

Los vuelos del forjado de la cubierta que cubren parcialmente las terrazas se crean con la función Forjado (Fig. 4.23). Lo lógico hubiera sido realizarlas con la función Viga, pero como comentamos con anterioridad son incompatibles con los programas de CYPE.

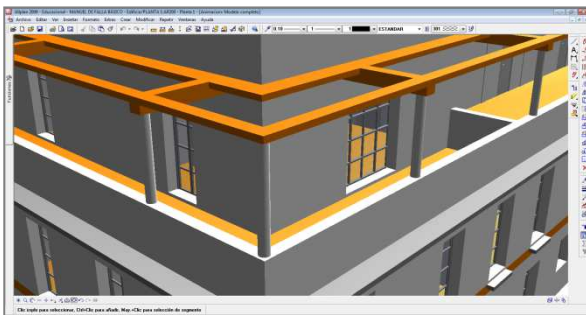


Fig. 4.23. Vuelos forjado cubierta.

Para finalizar la Planta Cubierta, se dibujan los castilletes y se coronan con forjados.

A partir de aquí, la maqueta virtual se encuentra terminada a nivel de Proyecto de Básica y lista para su exportación a los programas CYPECAD y CYPE Instalaciones del edificio.

04.3 Exportación de la geometría de la maqueta virtual a formato IFC.

04.3.1. Introducción.

Allplan contiene una función para exportar la maqueta virtual o partes que nos interesen de ella a un archivo de formato IFC, con el objetivo de utilizar la maqueta en otros programas informáticos.

El formato IFC (Industry Foundation Classes) es de código abierto y no está bajo el control de ningún fabricante de software. Ha sido desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability) con el fin de convertirse en un estándar que facilite la interoperatividad entre programas del sector de la construcción.

Actualmente, la información contenida dentro de los archivos IFC son parámetros dimensionales de la geometría de los elementos constructivos. En un futuro próximo incorporarán más información como atributos, propiedades de formato, etc.

Allplan posee un programa externo llamado Nemetschek IfcViewer con el que se puede visualizar los elementos contenidos en los archivos IFC. Dentro de estos archivos los

elementos constructivos se denominan de la siguiente manera:

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	DENOMINACION IFC
Forjado	IfcSlab Floor
Pilar	IfcColumn
Muro	IfcWall
Vano de puerta y ventana Hueco de forjado	IfcOpeningElement
Macro de puerta	IfcDoor
Macro de ventana	IfcWindow

04.3.2. Creación del archivo IFC destinado a CYPECAD.

Para la exportación en archivo IFC de la maqueta virtual realizada al programa de cálculo de estructuras CYPECAD es necesario tener presenta varias cuestiones previas:

- Debemos pensar qué elementos de la maqueta virtual vamos a necesitar en el programa de destino (CYPECAD), para no sobrecargar de información innecesaria el archivo IFC.
- Debemos tener en cuenta que las layers de los archivos que queramos que se exporten tienen que estar activadas y en modo modificable.
- Otro aspecto bastante importante y que hemos apreciado a través de la experiencia ha sido los problemas ocasionados por la

interacción entre muros y pilares en la importación de la maqueta virtual a CYPECAD. Como consejo y solución al problema se desactivó la interacción entre estos dos tipos de elementos.

Los elementos constructivos que se seleccionan en la creación del archivo IFC para ser utilizados en CYPECAD son:

- Pilares.
- Forjados.
- Muros (Cerramientos exteriores, particiones entre viviendas, pretilas).

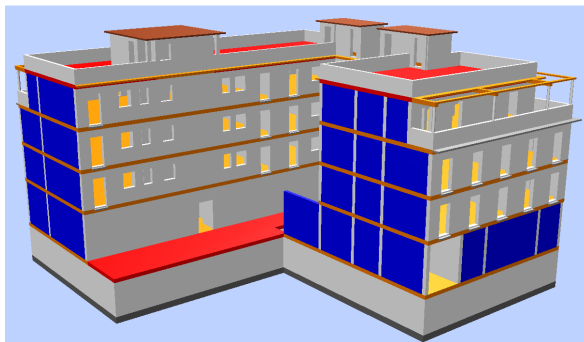


Fig. 4.24. Maqueta exportación destino CYPECAD.

Los cerramientos exteriores, las particiones de vivienda y los pretilas son necesarios para el cálculo del peso lineal que transmiten a los forjados.

En cuanto a las escaleras nos interesaría exportar las losas de escalera, pero de momento no es posible. Aunque las escaleras pueden ser incorporadas en los archivos IFC con el nombre de IfcStair.

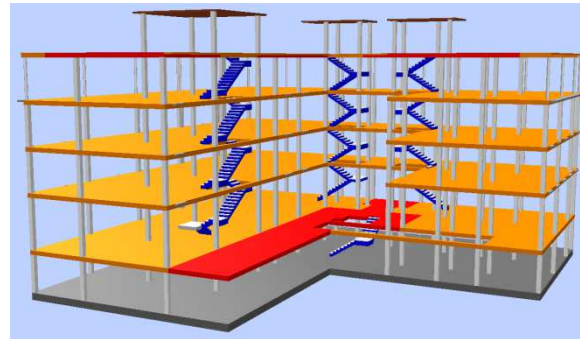


Fig. 4.25. Estructura del edificio.

En cuanto al procedimiento, se activan las layers que de elementos constructivos a exportar y se elige la función de Exportar archivos IFC. A partir de aquí, el programa nos solicita los archivos que queramos convertir en un único archivo IFC (Fig. 4.26).

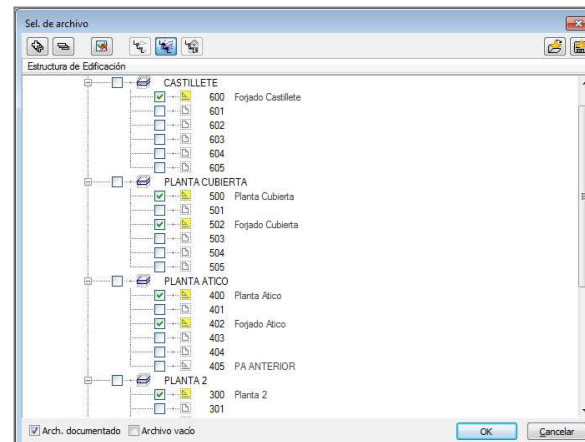


Fig. 4.26. Selección de archivos exportación IFC.

Para finalizar, se elige la ubicación de este archivo en el ordenador.

04.3.3. Creación del archivo IFC destinado a CYPE Instalaciones del edificio.

El proceso es exactamente igual que para el IFC destinado a CYPECAD. Lo único que cambian son los elementos a exportar.

Los elementos necesarios en la creación del archivo IFC para CYPE Instalaciones del edificio son:

- Forjados.
- Muros (Cerramientos y particiones)
- Vanos y macros de puertas y ventanas.

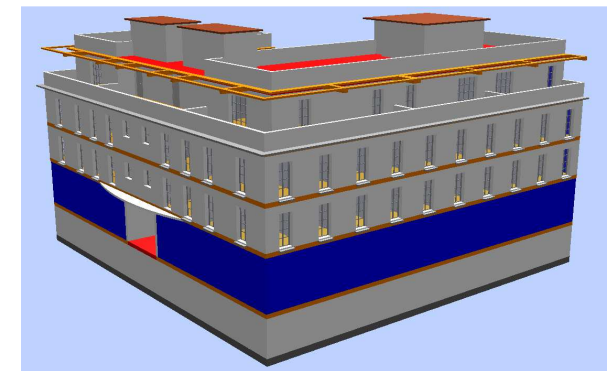


Fig. 4.27. Maqueta exportación destino CYPE Instalaciones del edificio.

Por último, es interesante y muy práctico, crear las plantillas en formato DWG o DXF de las plantas de la maqueta virtual con el propósito de incorporarlas en el proceso de importación del archivo IFC a CYPE Instalaciones del edificio.

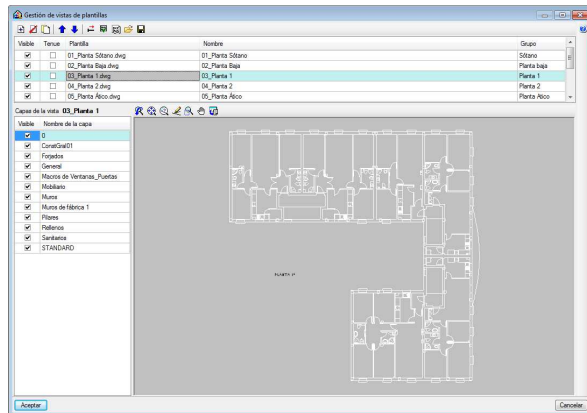


Fig. 4.28. Plantillas DWG o DXF.

04.4 Conversión de la maqueta virtual básica a nivel de Proyecto de Ejecución.

Este proceso se realiza mediante la modificación de determinados elementos de la maqueta virtual básica y la creación de nuevos elementos constructivos.

04.4.1. Elementos a modificar.

- Muros: Cerramientos y particiones entre viviendas.
- Modificación de vanos: Doblado de mochetas, cargaderos y alféizares.

En primer lugar, se modifican el número de hojas de los cerramientos exteriores y las particiones que separan las viviendas. En el caso de los cerramientos pasarán a tener cinco hojas y las particiones entre viviendas tres.

Dentro de las propiedades de muro, se especifican el material (partida para la medición),

la unidad para su cálculo, la prioridad y las propiedades de formato de cada hoja (Fig. 4.29).

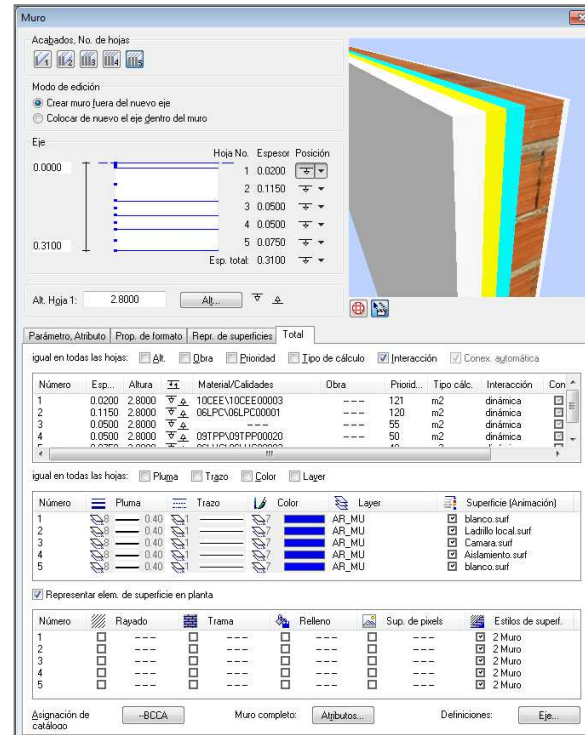


Fig. 4.29. Selección de archivos exportación IFC.

En cuanto a los vanos, se modifican aquellos que estén implantados en muros de varias hojas (cerramientos y particiones entre viviendas). Dentro de las propiedades de carpintería de cada vano se realiza un doblado de mocheta (Fig. 4.30).

Por último, se añaden nuevos elementos en la composición de los vanos anteriormente modificados (Fig. 4.31). Con las funciones

Cargadero y Macro de alfeizar se crean los dinteles y alféizares (Fig. 4.32 y 4.33). De esta forma, el vano tanto de puerta como ventana se encuentra perfectamente definido.

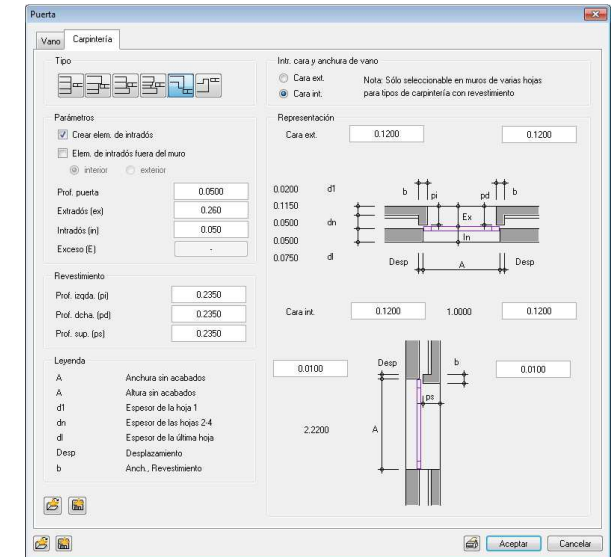


Fig. 4.30. Doblado de mochetas.

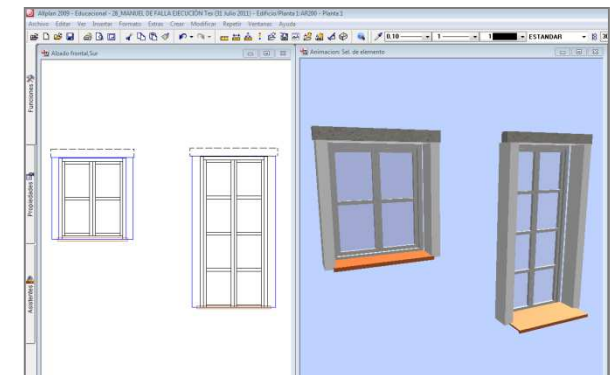


Fig. 4.31. Composición de vanos.

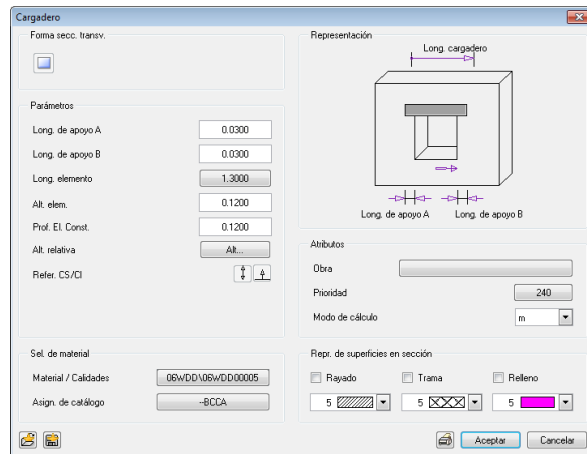


Fig. 4.32. Generación de cargaderos.

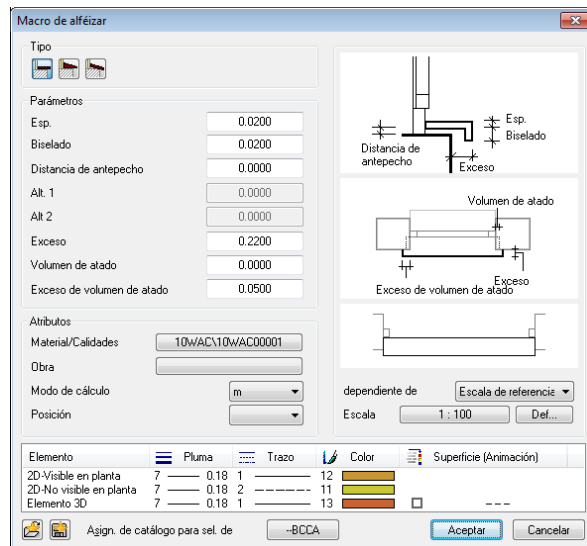


Fig. 4.33. Generación de macros de alféizar.

Respecto a la medición de los vanos, se asignarán partidas a los elementos que lo componen dentro del atributo material.

04.4.2. Creación de nuevos elementos constructivos.

- Recubrimientos de forjado
- Locales
- Mobiliario resto de estancias.
- Barandillas
- Rampa de garaje
- Acerado y carretera.

Para emparchar los frentes de forjado (Fig. 4.34) se utiliza la función Recubrimiento de Forjado y estos se adaptan a los muros ya creados (Fig. 4.35).

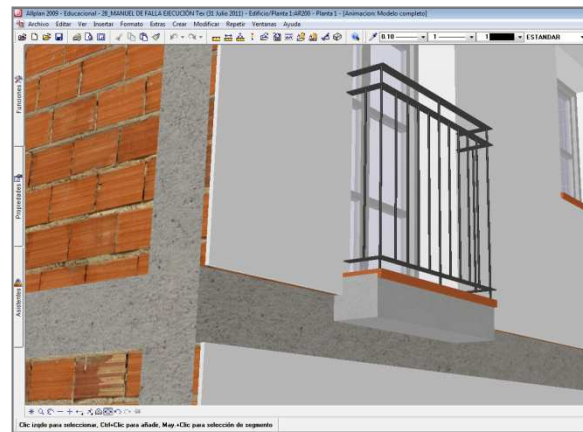


Fig. 4.34. Emparchado frente de forjados.

En cuanto a los locales, en primer lugar habrá que definirlos. Nos referimos a locales como las superficies que envuelven un recinto, es decir, las superficies de suelo, techo y laterales.

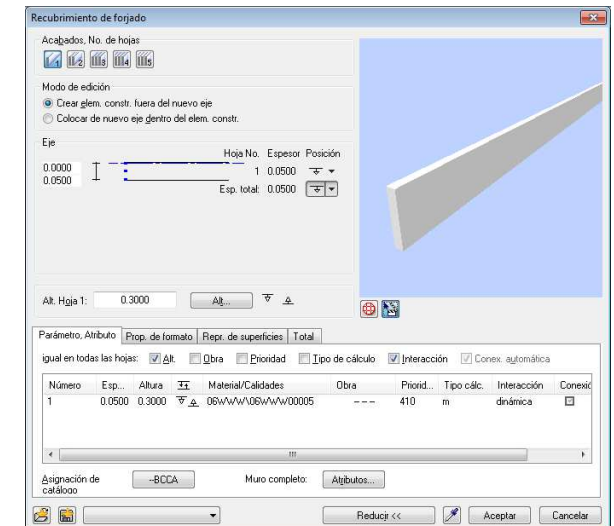


Fig. 4.35. Generación recubrimiento de forjado.

Así que, hay que generar locales en todos los recintos de nuestro proyecto. Éstos se realizan automáticamente con la función que lleva su nombre Locales (Fig. 4.36). También se pueden introducir estas superficies de manera independiente (superficies de suelo, techo y laterales).

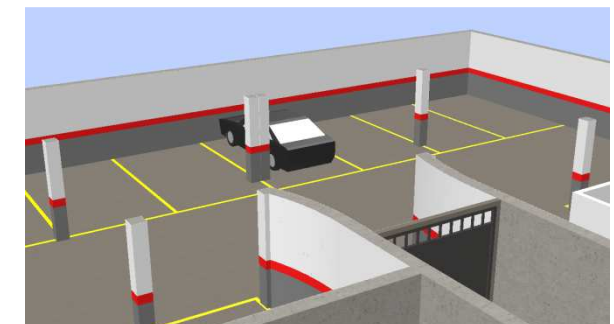


Fig. 4.36. Creación automática de locales (garaje).

Dentro de las propiedades de la función (Fig. 4.37) existen numerosas posibilidades para la creación de locales, en cuanto a forma, composición, materiales (partidas de medición) y superficies de animación (texturas).

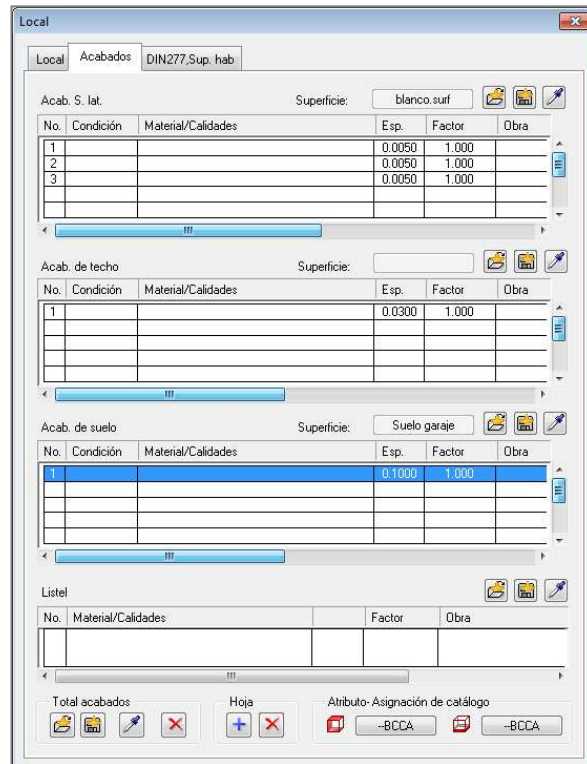


Fig. 4.37. Menú de propiedades función Local.

Una vez creados los locales, introduciremos el resto del mobiliario de las estancias; utilizando el catálogo de macros.

A continuación, con la potente función Barandilla se generan las barandillas de los balcones y la

situada en el patio del edificio (Fig. 4.38). Esta función permite infinitas posibilidades de creación (Fig. 4.39).



Fig. 4.38. Barandilla patio.

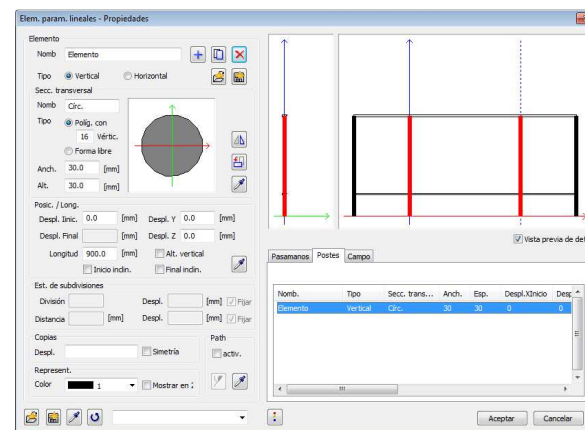


Fig. 4.39. Generación de barandilla.

Las barandillas de las escaleras se crean de una forma distinta, para ello habrá que modificar las escaleras existentes. Una vez dentro de las propiedades de escalera hay que elegir las partes de las barandillas que se deseen mostrar tanto en 2D como en 3D (Fig. 4.40). También, a través de varias opciones es posible modificar sus dimensiones y formas.

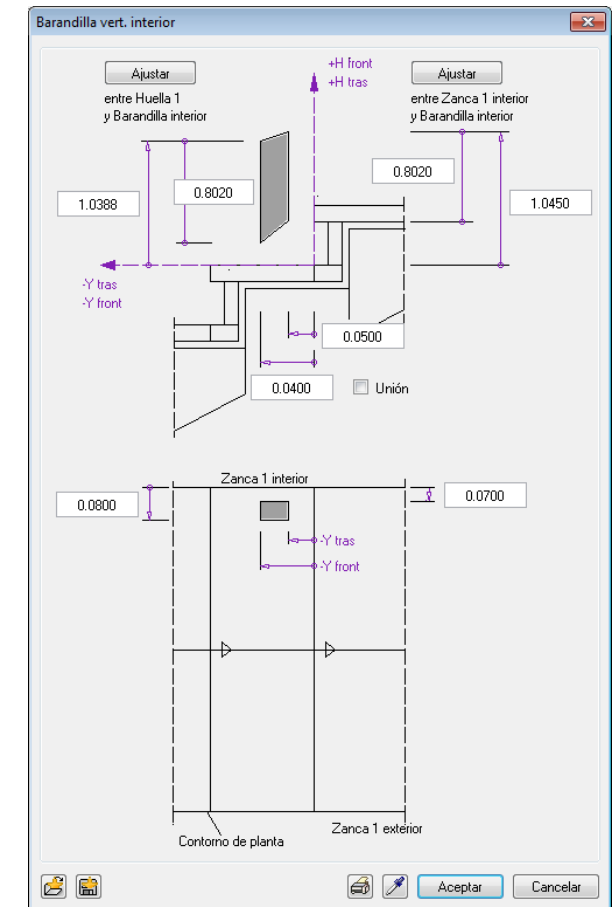


Fig. 4.40. Generación de barandilla escaleras.

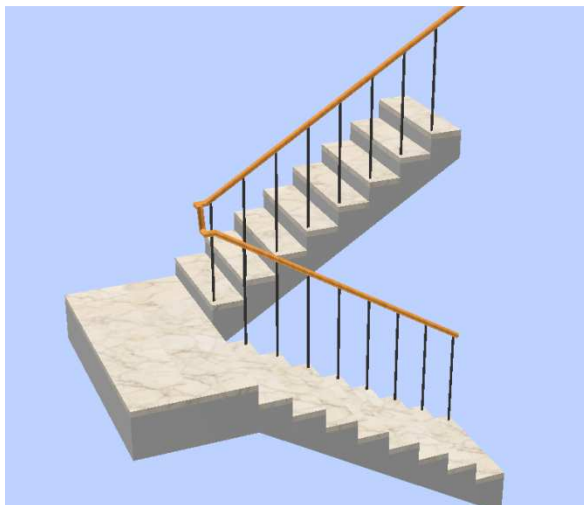


Fig. 4.41. Animación de la barandilla de la escalera.

La rampa de acceso se realiza mediante un forjado, pero antes hay que definir un plano de libre definición para definir su pendiente (Fig.42).

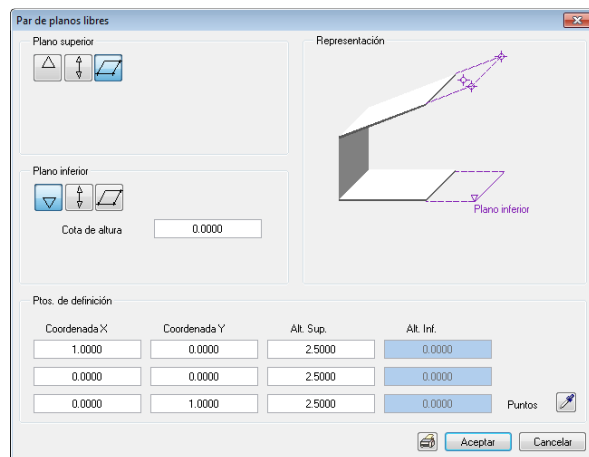


Fig. 4.42. Creación planos de libre definición.

Los últimos detalles de nuestro edificio son el acerado de la calle y la carretera (Fig. 4.43). Estos elementos se pueden realizar mediante forjados o elementos 3D.

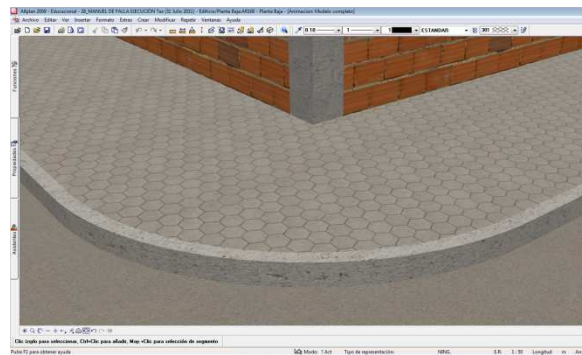


Fig. 4.43. Detalle acerado de la calle.

Para terminar nuestra maqueta virtual a nivel de Proyecto de Ejecución, hay que asignar a todos los elementos constructivos sus correspondientes partidas de medición y aplicarles texturas.

05. Proceso de diseño y cálculo de la Estructura

05.1. Consideraciones previas.

En este apartado se pretendemos marcar las ventajas e inconvenientes del cálculo de la cimentación y estructura de un edificio mediante un fichero de intercambio IFC (Industry Foundation Classes) obtenido a través del programa de dibujo ALLPLAN.

Intentamos mostrar qué metodología se debe seguir con este tipo de fichero y como nos puede beneficiar su utilización en mejorar el rendimiento del trabajo a realizar. Para ello, vamos a mostrar una comparativa de cálculo de la misma estructura del edificio mediante el uso de este fichero y desde una obra vacía, es decir partiendo de cero.

Queremos fijar unas pautas de trabajo a seguir para obtener el mayor rendimiento de este proceso de trabajo y establecer cuáles son los problemas que se detectan en el transcurso del cálculo.

Como conclusión mostraremos un cuadro resumen de los inconvenientes y ventajas del uso de cada método.

05.2. Diseño de la estructura.

5.2.1. Cimentación.

Ante la configuración del edificio que presenta una planta de sótano la cimentación se resuelve mediante:

La losa de cimentación: ejecutada con hormigón armado y canto constante, apoyada sobre el terreno, previamente acondicionado para tal fin.

Muros de hormigón: Son de canto constante. Se disponen a lo largo de todo el perímetro del edificio. Se calculan a flexo compresión compuesta con valores de empuje al reposo y como muros de sótanos, es decir, considerando la colaboración de los forjados de planta baja a la estabilidad del muro.

05.5.1. Estructura.

Dada la disposición de los núcleos de escalera, la distribución de viviendas, de la zona de aparcamientos y locales comerciales en planta baja se proyecta una estructura compuesta por forjados reticulares y pilares de hormigón.

Esto nos permite tener una mayor dimensión en las luces para tener menos pilares y una cierta libertad en su distribución. En la planta ático se rematan los pilares de fachada con pilares metálicos, por su menor dimensión y dar un aspecto de conjunto a todas las zonas de terraza.

Los forjados reticulares están compuesto por nervios de hormigón armado en dos direcciones más piezas de entrevigado aligerante (casetones perdidos), compuesto por bovedillas aligerantes de hormigón vibropresado y hormigón vertido en obra en relleno de nervios y formando una losa superior (capa de compresión). Se dispone una armadura mínima más la armadura de refuerzo necesaria.

Los elementos de cornisa, balcones rampas de acceso al sótano y las escaleras se ejecutan con forjados de losa maciza y armaduras. Constan de una malla dispuesta en dos capas (superior e inferior). La dimensión de cada uno

de estos elementos es variable en función del problema estructural que resuelven.

Dada las dimensiones del edificio se hace necesario ubicar una junta de dilatación para su mejor funcionamiento estructural. Se dispone dividiendo la construcción en dos edificios rectangulares buscando, en la medida de lo posible la mayor simetría en el reparto de cargas y distribución del mismo. Con esto se pretende buscar el mejor funcionamiento desde el punto de vista sísmico.

05.3. Predimensionado.

Realizamos el predimensionado de la estructura en base a las normativas vigentes, para luego exportar el fichero e incluirlo en el programa de cálculo de estructura.

05.4. Datos de partida.

Normas consideradas.

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB-SE A

Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

Acciones consideradas

Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
Castilllete	1.2	1.5
Planta Cubierta	1.2	1.5
Planta Aticos	2.0	2.5
Forjados 2 y 3	2.0	2.5
Planta baja	5.0	2.5
Planta Sotano	2.0	1.5

Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural -
Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

c_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de $\pm 5\%$ de la dimensión máxima del edificio.

Sismo

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Provincia: CÓRDOBA Término: PALMA DEL RIO

Clasificación de la construcción: Construcciones de importancia normal

Aceleración sísmica básica (a_b): 0.060 g, (siendo 'g' la aceleración de la gravedad)

Coeficiente de contribución (K): 1.10

Coeficiente adimensional de riesgo (ρ): 1

Coeficiente según el tipo de terreno (C): 1.30 (Tipo II)

Coeficiente de amplificación del terreno (S): 1.040

Aceleración sísmica de cálculo ($a_c = S \times \rho \times a_b$): 0.062 g

Método de cálculo adoptado: Análisis modal espectral

Amortiguamiento: 5% (respecto del amortiguamiento crítico)

Fracción de la sobrecarga a considerar: 0.50

Número de modos: 6

Coeficiente de comportamiento por ductilidad: 2 (Ductilidad baja)

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Empujes en muros

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga:Carga permanente

Con relleno: Cota 0.00 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 18.00 kN/m³

Densidad sumergida 11.00 kN/m³

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados
Evacuación por drenaje 100.00 %

05.5. Proceso de cálculo.

05.5.1. Introducción.

El primer paso para abordar nuestro cálculo es la generación de un archivo donde desarrollaremos el cálculo de la estructura. (Fig. 5.01)

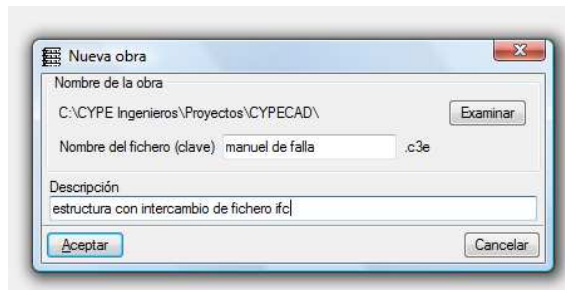


Fig. 5.01. Generación del fichero de cálculo

Tras esto, nos aparecerán las diferentes posibilidades desde donde partir con la obra (Fig. 5.02). Tenemos el primer punto que es la obra vacía, sería partiendo totalmente de cero, hasta el fichero IFC donde tendríamos el procedimiento más complejo. Se pasa por un punto intermedio que es la entrada a través de los ficheros dxf/dwg. Nosotros nos vamos a centrar en el primer punto y el último, para ver cuáles son todas las ventajas e inconvenientes que podemos encontrarnos. Desarrollaremos el cálculo de la estructura desde estos dos caminos. Con ello pretendemos ver cual es el procedimiento a seguir en ambos casos y cuantificar si es beneficioso o no.

- El primer caso sería partir de una obra vacía. Es el caso más elemental y desde el que no tenemos ningún tipo de ayuda. Partimos de cero. Este será nuestro caso tipo A.

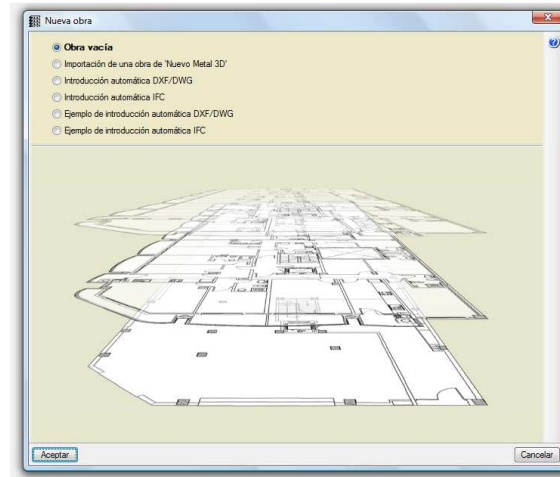


Fig. 5.02. Diferentes posibilidades para abordar la obra.

- El segundo caso sería partir del fichero IFC obtenido, en este caso desde el programa de dibujo ALL PLAN. Éste será nuestro caso tipo B (Fig. 5.03).

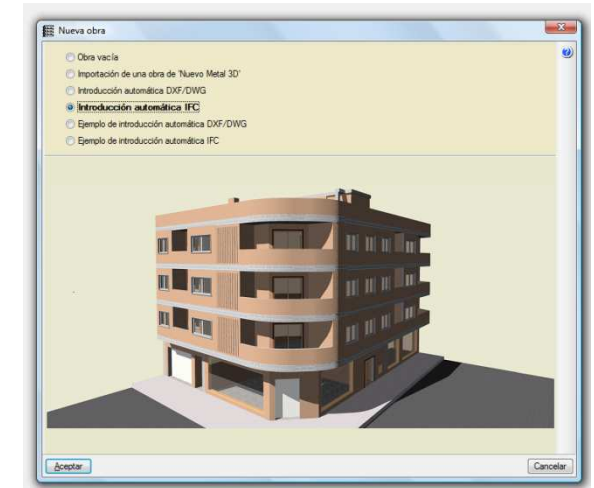


Fig. 5.03. Cuadro de diálogo al elegir la opción IFC.

A partir de este punto el modo en que abordaremos la introducción de los datos en los dos métodos anteriores es completamente diferente. A continuación vamos a describir cómo es el procedimiento seguido en ambos casos.

05.5.2. Procedimiento de cálculo tipo A.

Paso 1

Tras la pantalla descrita en la Fig. 5.02, el siguiente menú contextual que nos aparece es la pantalla de datos generales, donde nosotros tendremos que elegir cuales son las normativas desde los que se van a calcular la estructura. (Fig. 5.04).

Datos generales

Clave: **manuel de falla**

Descripción: **manuel de falla**

Normas: **Código Técnico de la Edificación - EHE-08**

Hormigón armado

Hormigón

Forjados: **HA-25, Yc=1.5**

Cimentación: **HA-25, Yc=1.5**

Pilares: **HA-25, Yc=1.5**

Muros: **HA-25, Yc=1.5**

Acero

Baras: **B 400 S, Ys=1.15**

Pernos: **B 400 S, Ys=1.15**

Acciones

☒ Carga permanente y sobrecarga de uso

☐ Con acción de viento

☐ Con acción sísmica

☐ Comprobar resistencia al fuego

Perfiles

Acero

Laminados y armados: **S275**

Conformados: **S235**

Madera

Aluminio extruido

Coefficientes de pandeo

Pilares de hormigón

Bx: **1.000** By: **1.000**

Pilares de acero

Bx: **1.000** By: **1.000**

Fig. 5.04. Datos de normativas a usar en el cálculo

Paso 2.

Seguiremos, en este paso, con la definición geométrica del edificio. El número de planta, la altura entre plantas y las cargas de cada planta (cargas muertas y sobrecargas). (Fig. 5.05 y 5.06).

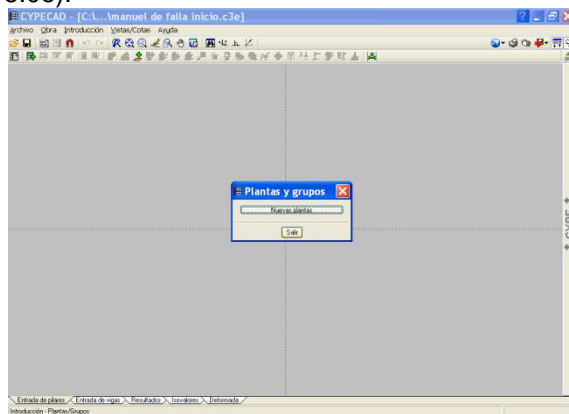


Fig. 5.05. Definición del número de plantas

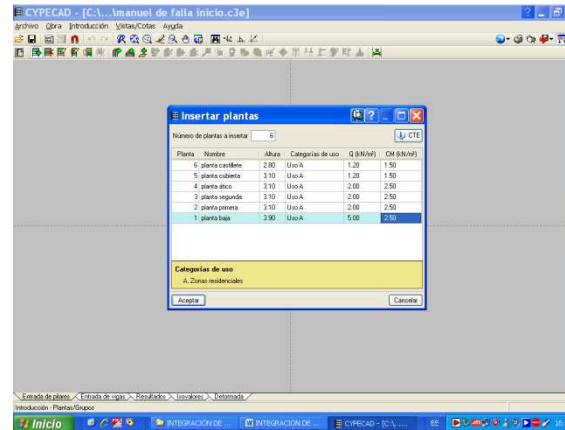


Fig. 5.06. Definición de las cargas muertas, sobrecargas y alturas entre plantas

Paso 3.

Tras la definición geométrica comenzaríamos introduciendo los pilares con sus dimensiones y su altura (según el programa desde el grupo que empieza y en el que acaban). Esto se puede hacer por dos procedimientos:

Por coordenadas entre pilares o bien usando una plantilla de DWG/DXF. Con el segundo procedimiento adelantamos bastante trabajo porque ya sabemos el punto donde se encuentran los pilares y capturando en el DXF la referencia del pilar se sitúan fácilmente.

El resultado, una vez finalizado, este procedimiento se muestra en las Fig. 5.07 y 5.08.

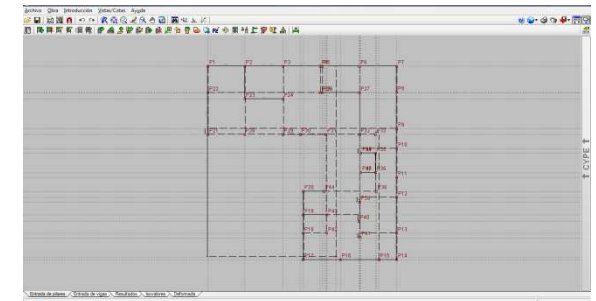


Fig. 5.07. Pilares introducidos

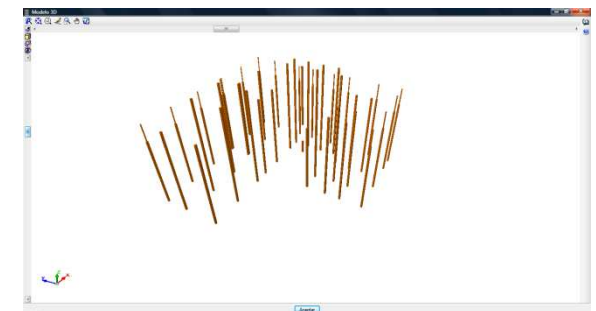


Fig. 5.08. Vista 3d de la estructura de pilares.

Paso 4.

A continuación especificaremos en cada planta la geometría de los elementos horizontales como son las vigas y forjados.

Iniciaríamos el proceso por la planta de cimentación o planta sótano. En esta planta debemos definir muros y losa de cimentación con todas sus características ya predimensionadas anteriormente (Fig. 5.09).

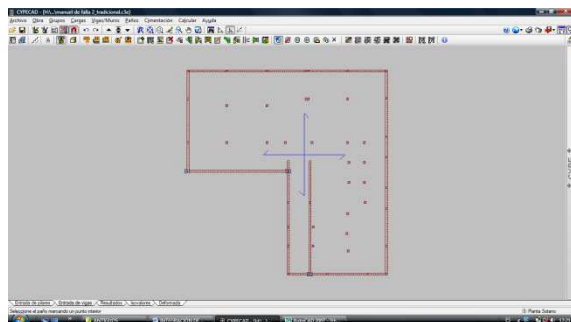


Fig. 5.09. Resultado tras la introducción de la geometría de planta sótano (losa de cimentación y muros de sótano)

En las siguientes plantas (definidas por el programa como grupos) representaremos la geometría de las misma, es decir, las vigas, los diferentes tipos de forjado y huecos de escalera. (Fig. 5.10,11 y 5.12,

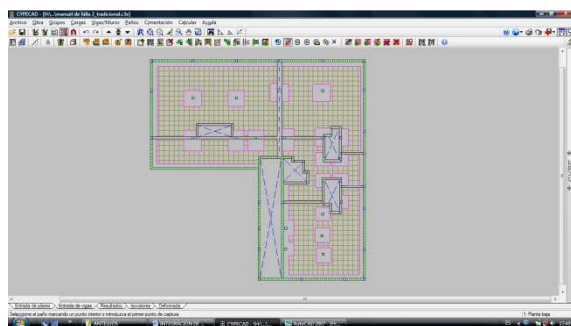


Fig. 5.10. Geometría de forjados de planta baja

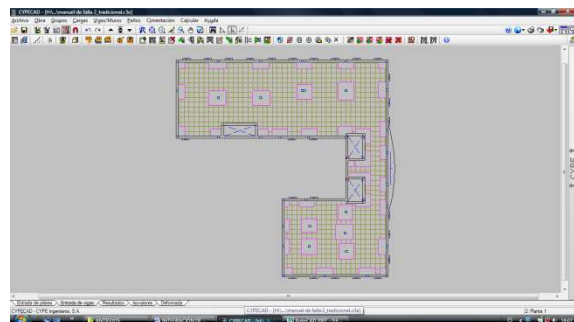


Fig. 5.11. Geometría de forjados de planta primera y segunda

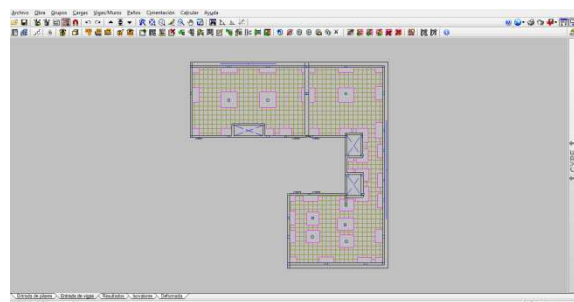


Fig. 5.12. Geometría de forjados de planta ático.

En todos estos casos el programa incluirá las cargas permanentes de los forjados, vigas y pilares con las características que se hayan descrito.

Paso 5.

A partir de este momento tendremos que introducir aquellas cargas del edificio que no incluye de forma automática el programa CIPE como son:

Cargas lineales:

- Pretilos.
- Particiones entre viviendas y zonas comunes.
- Cerramiento exterior.
- Cerramiento de locales comerciales.
- Escaleras.

Cargas superficiales:

Aquellas zonas de diferentes cargas a las que tenemos con las sobrecargas y cargas muertas que ya hemos considerado al principio de la introducción de datos.

Cada una de las cargas tendrá que ser definida con la tipología y la hipótesis a la que pertenece.

En las Fig. 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 y 5.17 se muestra el resultado de todo ese trabajo realizado en cada planta:

Planta sótano/cimentación:

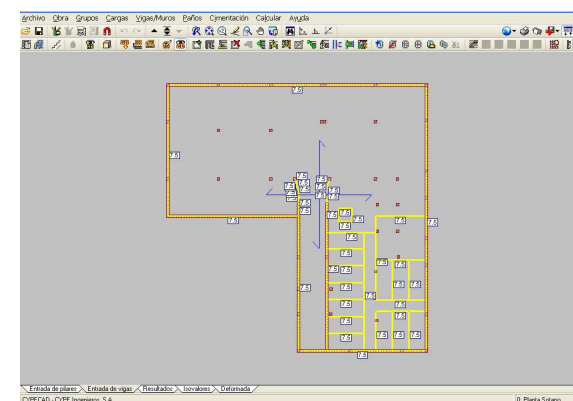


Fig. 5.13. Definición de cargas en planta sótano

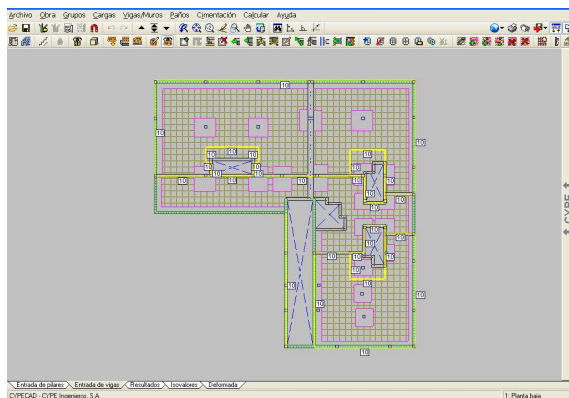


Fig. 5.14. Definición de cargas en planta baja.

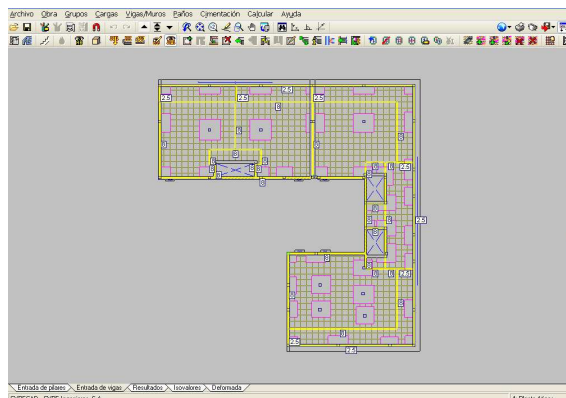


Fig. 5.16. Definición de cargas en planta ático.

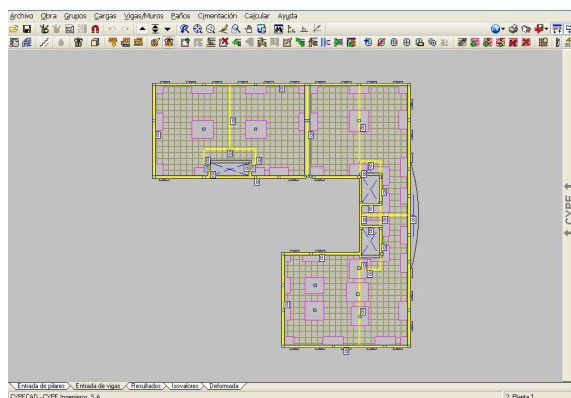


Fig. 5.15. Definición de cargas en planta primera y segunda.

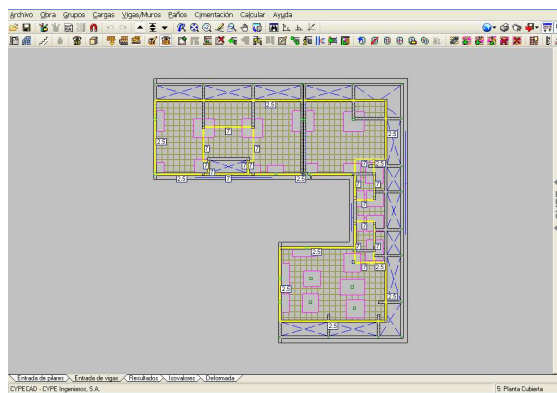


Fig. 5.17. Definición de cargas en planta cubierta.

Paso 6.

Llegados a este punto el procedimiento de cálculo del caso A y B se vuelven a unir. Ahora se procedería al cálculo de la estructura, comprobación de los resultados y una vez corregidos todos los errores, obtención de la documentación gráfica y memoria de cálculo.

05.5.3. Procedimiento de cálculo tipo B.

En primer lugar, verificaremos que el fichero de intercambio con extensión IFC tiene bien definida la geometría del edificio. Para que CYPECAD entienda bien este fichero hay que definir de una forma determinada los diferentes elementos del edificio (pilares, forjados, cimentación, etc.) en Allplan. Este proceso de elaboración del archivo IFC se ha desarrollado anteriormente en el apartado 3.2.1 (Creación del archivo IFC destinado a CYPECAD).

A continuación se definen los pasos a seguir en este procedimiento.

Paso 1:

Elegimos el fichero IFC que hemos preparado desde el programa de dibujo para la importación al programa de cálculo CYPE. (Fig. 5.18)

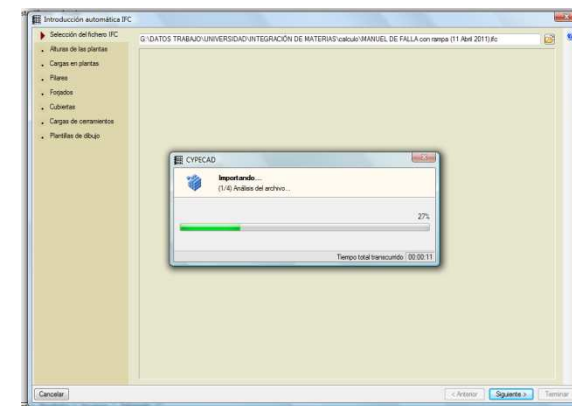


Fig. 5.18. Muestra el proceso de importación del fichero IFC.

En la (Fig. 5.19) aparecen la totalidad de los elementos que se van a importar que están recogidos en el fichero. Como se puede observar

se muestra perfectamente definida la geometría del edificio, con todos sus componentes.

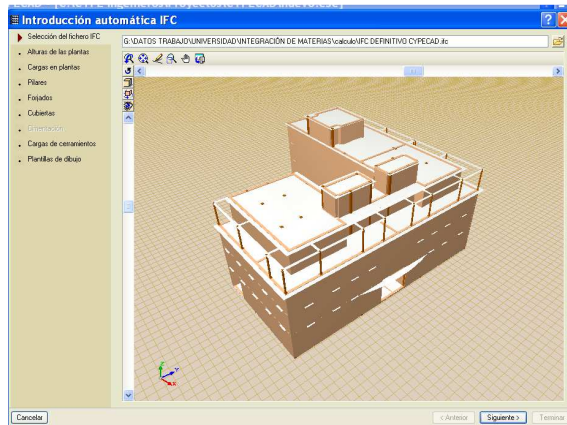


Fig. 5.19. Vista 3D de los elementos a importar desde el fichero IFC.

Paso 2:

Continuando con el proceso, verificaremos en la siguiente ventana del asistente de importación del fichero IFC, las alturas de las plantas del edificio.

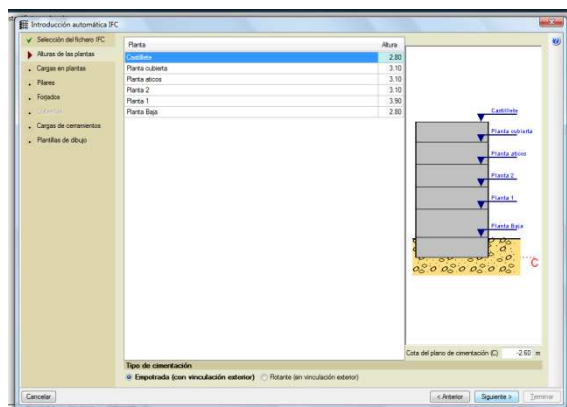


Fig. 5.20. Descripción de las alturas entre plantas importadas desde el fichero.

Paso 3:

En este apartado, (Fig. 5.21), determinaremos las cargas de cada una de las distintas plantas que tenemos en función del uso y de las cargas muertas a las que se encuentre sometida nuestra estructura. Este paso es equivalente a una parte del paso 2 descrito en el caso A.

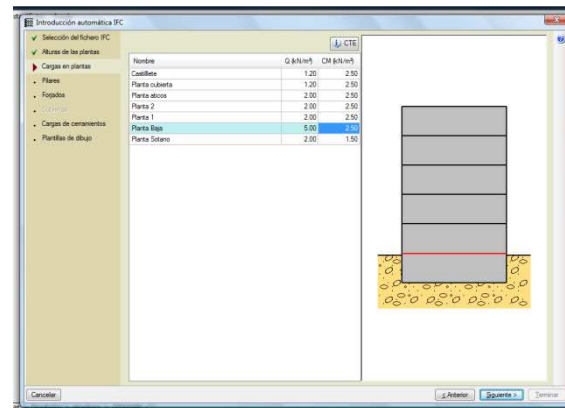


Fig. 5.21. Definición de las cargas muertas y sobrecargas.

Paso 4:

A partir de este punto decidiremos cuáles de los elementos incluidos en el fichero de intercambio nos interesa incorporar. De esta manera, en la (Fig. 5. 22), se refleja la ubicación de los pilares rectangulares de 30x30 cm, y los que hemos llamado circulares que corresponderán a la zona del ático que son los pilares metálicos. Se marcan en rojo los elementos que se tienen designados apareciendo en blanco los desmarcados. Se deduce que hemos de definir cada grupo distinto de pilares en una capa distinta para que pueda darse las distintas dimensiones y características. Los pilares metálicos no los entiende como tal el programa CYPE. Sólo es capaz de tomar los pilares de

hormigón, así que estos pilares definidos en la capa pilar circular los incluirá como un pilar circular de hormigón teniendo que modificarlos posteriormente y redefiniéndolos como metálicos.

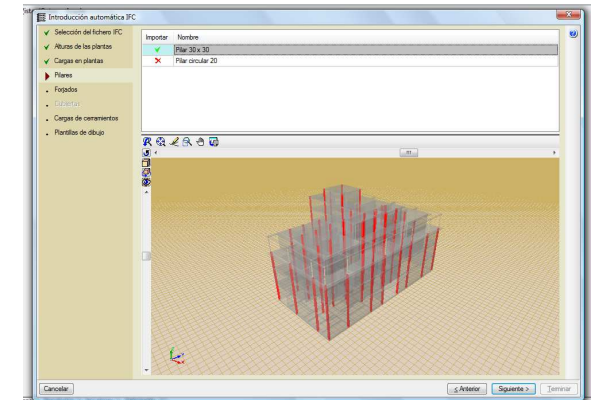


Fig. 5.22. Refleja en rojo los elementos seleccionados para su importación. Pilares rectangulares.

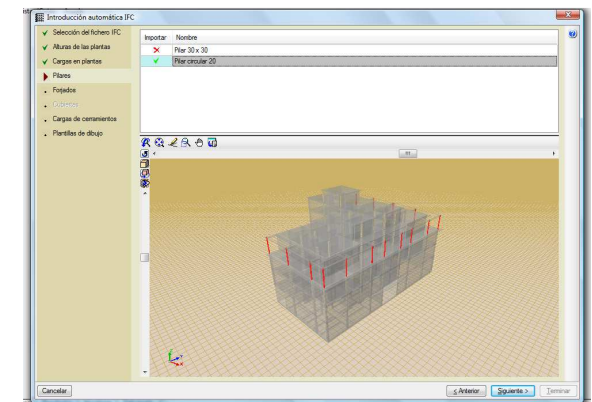


Fig. 5.23. Refleja en rojo los elementos seleccionados para su importación. Pilares metálicos.

Paso 5

Seguiremos definiendo los elementos horizontales de la estructura, es decir, la cimentación y los forjados.

En el caso de la cimentación en esta pantalla (Fig. 5.23) nosotros definiremos si es empotrada (con vinculación exterior) o si es “flotante” (sin vinculación exterior). Nuestro caso concreto es sin vinculación exterior por tratarse de una cimentación mediante losa apoyada en el terreno. Simplemente por esta elección el programa incluirá las vigas perimetrales y la losa de cimentación directamente. Posteriormente definiremos sus características geométricas, tensión admisible y módulo de balasto.

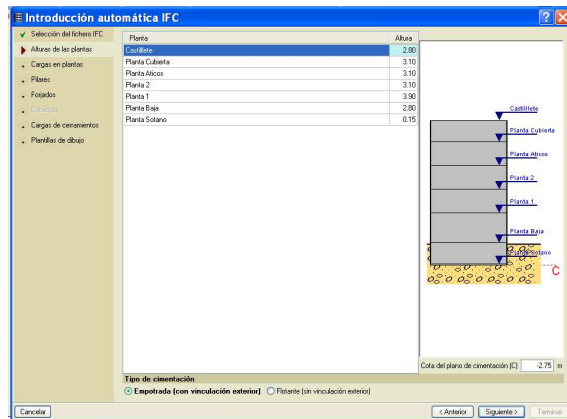


Fig. 5.23. Definición del tipo de cimentación.

Como podemos apreciar en la (Fig. 5.23), en este momento será el punto donde nosotros tomaremos decisiones de cómo queremos resolver la estructura del edificio. Hasta ahora, sólo hemos estado comprobando la geometría y hemos introducido las cargas muertas y sobrecargas de cada planta. En la definición del

fichero de dibujo se deben reflejar bien cada uno de los diferentes elementos de los que se componen la estructura. Así quedarán definidos los forjados reticulares, los forjados que son losas (balcones y vuelos), las rampas de acceso al garaje.

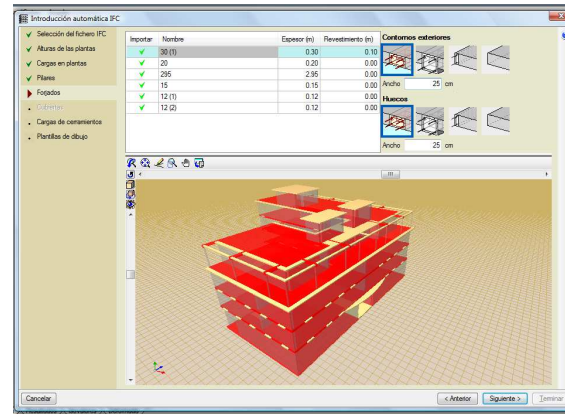


Fig. 5.24. Definición de las vigas perimetrales que generan el contorno del forjado

Aquí definiremos las características de las vigas que generan el perímetro del forjado y el de los huecos que puedan aparecer en ese forjado, es decir, si se resuelven con viga plana, descolgada, con zuncho o con zuncho ficticio. Este proceso se tendrá que ir repitiendo con cada uno de los diferentes tipos de forjados que nos encontremos en el edificio.

No se puede hacer distinción dentro de los forjados de elementos que sean vigas. Cuando en la zona ático tenemos una viga de pilar a pilar metálico al no poderlo identificar como una viga el programa lo que introduce son dos zunchos ficticios que posteriormente tendremos que redefinir.

Paso 6

En este apartado definiremos las cargas permanentes de cada uno de los diferentes cerramientos que contenga el edificio. A efectos de cálculo, para el ejemplo que nos ocupa, los elementos necesarios serían:

Pretilos.

Particiones entre viviendas y zonas comunes.

Cerramiento exterior.

Cerramiento de locales comerciales.

Muros de contención.

Como se puede ver en la (Fig. 5.25) no se pueden modificar los espesores y todo elemento que aparezca debe estar definido con las características del tipo de cerramiento o tabique que sea. No pueden dejarse sin definir ninguno porque no nos dejaría pasar a otra ventana, salvo que lo eliminemos de la importación. Vemos que nuestro IFC no ha tomado bien varios tabiques y eso conlleva volver atrás y modificar el fichero de dibujo exportando de nuevo el IFC o resolviéndola luego en la estructura, cualquiera de los dos caminos es viable.

Nunca se debe incluir la tabiquería interior de las viviendas porque está incluida en las cargas permanentes como lo determina la norma, por tanto desmarcaremos este elemento para no ser importado. Se debe, en la medida de lo posible, nombrar las capas con títulos fácilmente reconocibles del cerramiento al que pertenecen y simplificar al máximo los cerramientos. De todas formas cada vez que se marca un cerramiento se pone en rojo indicando los elementos que están dentro de esa capa y que tendrán las mismas características como se muestra en la (Fig. 5.25).

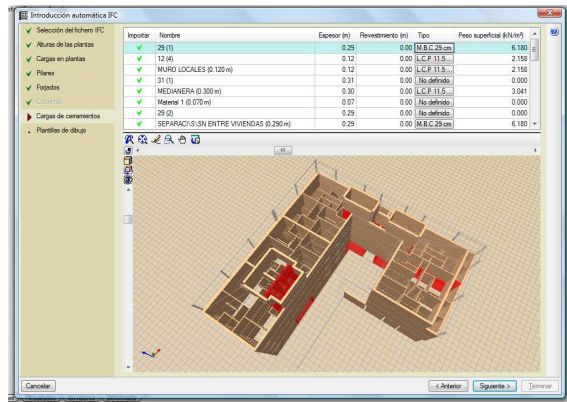


Fig. 5.25. Definición de los diferentes tipos de cerramientos que componen la estructura.

En este punto tendremos que definir si posee algún tipo de revestimiento y determinar las características de la fábrica que constituye el cerramiento. (Fig. 5.26).

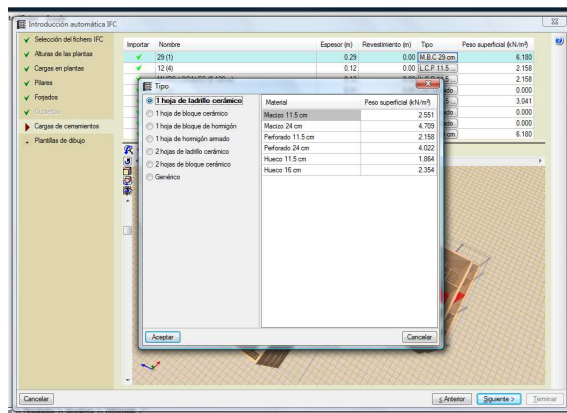


Fig. 5.26. Determinación de la composición del cerramiento

Los espesores de los cerramientos no pueden cambiarse, por tanto esto es algo que tiene que estar perfectamente definido.

En el caso de los muros de hormigón que componen parte de la cimentación el programa sólo puede incluir el peso de este elemento, pero no introducirá el muro como parte de nuestra estructura por lo que este elemento no debemos importarlo. El peso del muro de sótano estará incluido al dibujar el muro en el programa CYPE, puesto que es parte de la estructura. (Fig. 5.27)

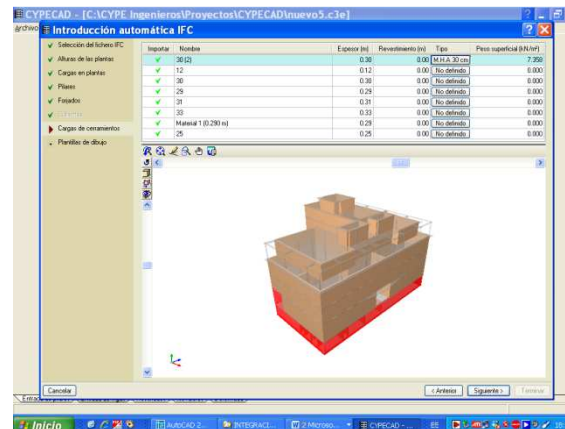


Fig. 5.27. Muro de sótano

En el supuesto que no tengamos incluido en las definiciones predeterminadas de CYPE un cerramiento, como es el caso de nuestras separaciones entre viviendas que se compone de dos ½ pies de fabrica de ladrillo perforado, se puede definir un cerramiento genérico donde le damos el peso por m2 de ese cerramiento para que el programa lo tenga en cuenta. (Fig. 5.28).

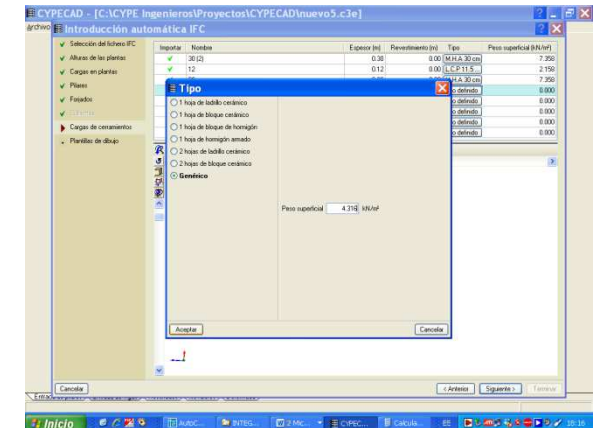


Fig. 5.28. Definición de un cerramiento genérico.

Paso 7

Por último, y para acabar con la importación del fichero IFC, nos pregunta si queremos crear unos ficheros DXF o DWG y con qué elementos queremos incluir. (Fig. 5.29)

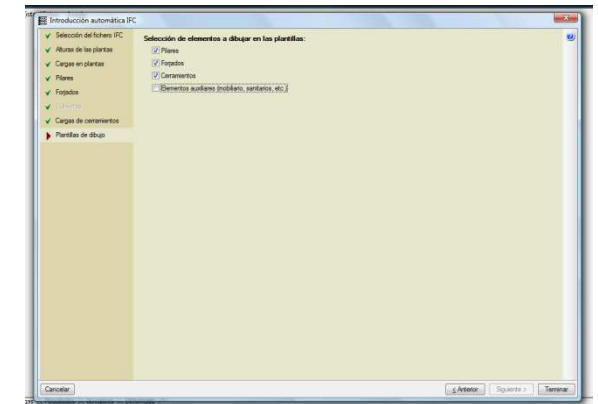


Fig. 5.29. Generación las plantillas DWG/DXF.

Llegados aquí, el programa procede a la generación de la estructura con todos los datos que le hemos proporcionado. Si da algún tipo de

error todo el trabajo que llevamos hasta este momento lo perderemos porque el programa no guarda absolutamente nada hasta que no se ha generado la estructura que se importa del fichero de intercambio IFC.

Paso 8

Una vez generada la estructura, la primera ventana que nos aparece, tras el paso anterior, es la ventana de entrada de datos generales donde tendremos que elegir las normas con las que se va a calcular la estructura. Indicaremos si tenemos acciones de viento y sismo. En la siguiente Fig. se muestra la pantalla de entrada de datos. Este paso es equivalente al paso 2 del caso A.

Datos generales

Clave: **manuel de falla**

Descripción: **manuel de falla**

Normas: **Código Técnico de la Edificación - EHE-08**

Hormigón armado

Hormigón

Forjados: **HA-25, Yc=1.5**

Cimentación: **HA-25, Yc=1.5**

Pilares: **HA-25, Yc=1.5**

Muros: **HA-25, Yc=1.5**

Acero

Barrias: **B 400 S, Ys=1.15**

Pernos: **B 400 S, Ys=1.15**

Acciones

☒ Carga permanente y sobrecarga de uso

☐ Con acción de viento

☐ Con acción sísmica

☐ Comprobar resistencia al fuego

Estados límite (combinaciones)

Hipótesis adicionales (cargas especiales)

Perfiles de acero

Perfiles de acero

Laminados y armados: **S275**

Conformados: **S235**

Madera

Aserada, procedente de coníferas o chopos - C14

Aluminio extruido

EN AW-5083 - F

Coefficientes de pandeo

Pilares de hormigón

Bx: **1.000** By: **1.000**

Pilares de acero

Bx: **1.000** By: **1.000**

Aceptar

Fig. 5.29. Entrada de datos normativos.

Paso 9

Tras definir cada una de las normas que vamos a usar y los parámetros de viento y sismo, nos aparece la pantalla donde se indican los errores que se han producido al generar la estructura. (Fig. 5.30)

Incidencias en la importación

Se han producido las siguientes incidencias al realizar la importación:

Fecha: 26/05/11

Elemento	Elementos verticales
Planta Sotano: (6.85, -0.47)	Existe un solape incorrecto en la sección (6.85, -0.47) del grupo 'Planta Baja'.
Planta Sotano: (6.85, -0.47)	Existe un solape incorrecto en la sección (6.85, -0.47) del grupo 'Planta 1'.
Planta Sotano: (-1.87, 10.38)	Existe un solape incorrecto en la sección (-1.87, 10.38) del grupo 'Planta Baja'.

Elemento	Forjados
Planta Aticos	Introducción incorrecta de viga (-5.31, -0.67) - (-5.31, -1.17). Está superpuesta con la viga 15 en el grupo 5
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (0.92, 0.83) - (6.70, 0.83) - (6.70, 1.33) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-8.53, 28.45) - (-8.53, 28.95) - (-14.31, 28.95) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (0.62, 0.83) - (0.62, 1.33) - (-5.01, 1.33) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-1.99, 28.45) - (-1.99, 28.95) - (-3.63, 28.95) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-2.61, 28.95) - (-2.61, 28.95) - (-8.23, 28.95) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-14.61, 28.45) - (-14.61, 28.95) - (-20.18, 28.95) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (8.37, 25.94) - (7.87, 25.94) - (7.87, 20.46) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (7.87, 9.29) - (7.87, 3.91) - (8.37, 3.91) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (8.37, 12.74) - (8.37, 17.03) - (7.87, 17.03) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (7.00, 1.33) - (7.00, 0.83) - (8.37, 0.83) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (6.70, -0.69) - (6.70, -0.39) - (0.92, -0.39) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-14.31, 30.18) - (-8.53, 30.18) - (-8.53, 30.48) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (0.62, -0.69) - (0.62, -0.39) - (-5.01, -0.39) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-1.99, 30.48) - (-1.99, 30.18) - (-2.61, 30.18) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-8.23, 30.48) - (-8.23, 30.18) - (-2.61, 30.18) - ...
Planta Aticos	No se ha generado ninguna viga a partir de la polilínea (-20.18, 30.18) - (-14.61, 30.48) - (-14.61, 30.48) - ...

Fig. 5.30. Errores de importación del fichero IFC al generar la estructura.

En nuestro caso no se han generado la viga que existe entre los pilares metálicos de la planta ático, puesto que al ser una viga exenta, como se ha comentado anteriormente, no la entiende bien.

Cuando definimos las vigas en cada forjado lo que está haciendo el programa es generar unos paños donde introduciremos los distintos tipos de forjados de cada planta. En el caso de este elemento al no ser un paño no puede definir la viga.

Se puede comprobar como no ha generado la viga de la planta cubierta, puesto que nosotros la

teníamos definida como forjado y en realidad es una viga.

Al cerrar esta pantalla ya nos aparece la estructura del edificio. (Fig. 5.31).

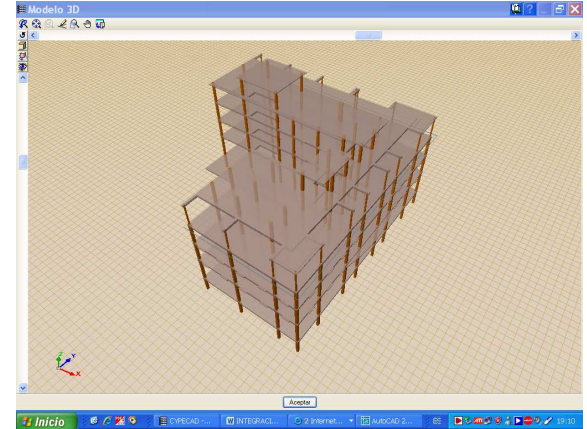


Fig. 5.31. Vista 3D del edificio completo

En las Fig. 5.32, 5.33, 5.34, 5.35, 5.36, 5.37 y 5.38 representamos lo que hemos obtenido con la importación del fichero. Esto ha sido toda la geometría (contornos de paños de forjado) de la estructura. Estos contornos están determinados con vigas planas, en descuelgue o zunchos como hemos definido en el paso 5. Las cargas quedan también incluidas en función de dos parámetros que nosotros hemos definido en el paso 6, donde se especifican los diferentes tipos de cerramientos y en el paso 5 donde importamos las alturas de planta.

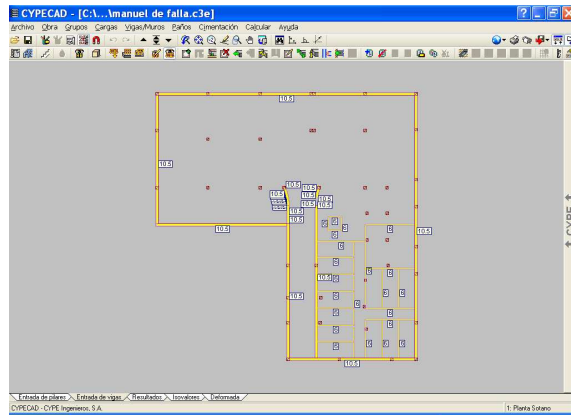


Fig. 5.32. Resultado importación de planta sótano/cimentación

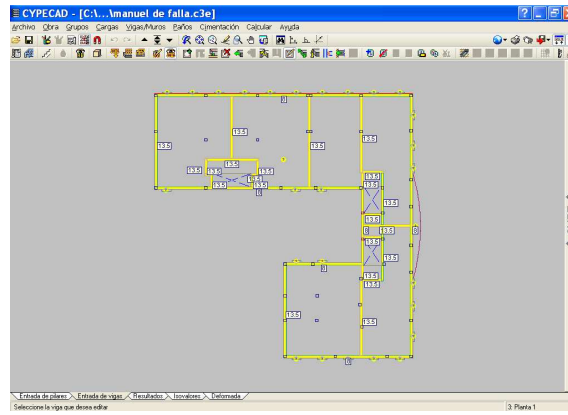


Fig. 5.34. Resultado importación de planta primera

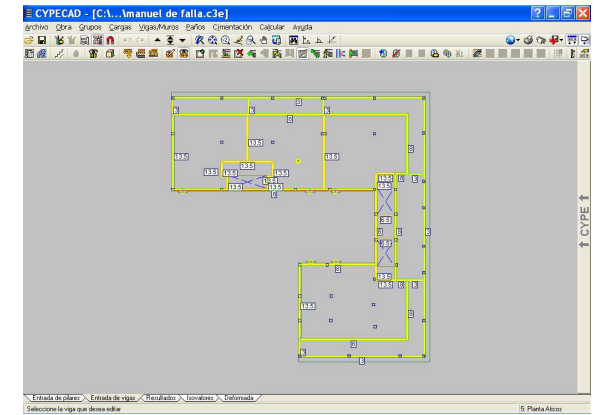


Fig. 5.36. Resultado importación de planta ático

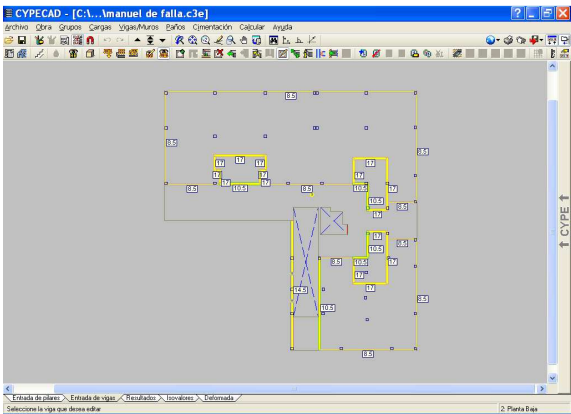


Fig. 5.33. Resultado importación de planta baja

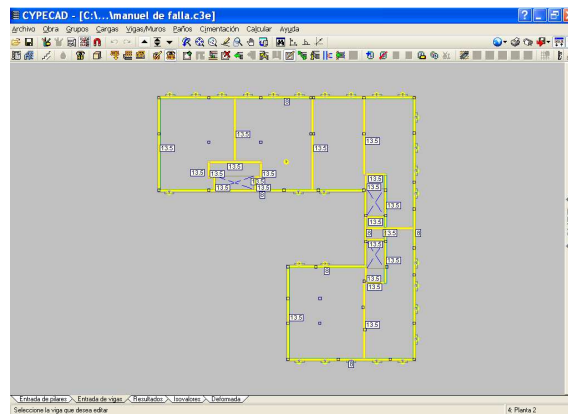


Fig. 5.35. Resultado importación de planta segunda

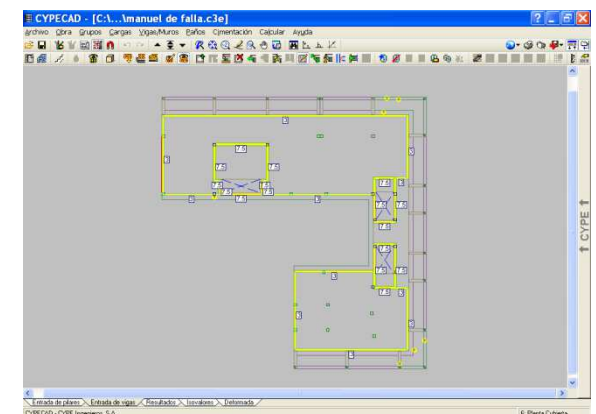


Fig. 5.37. Resultado importación de planta cubierta

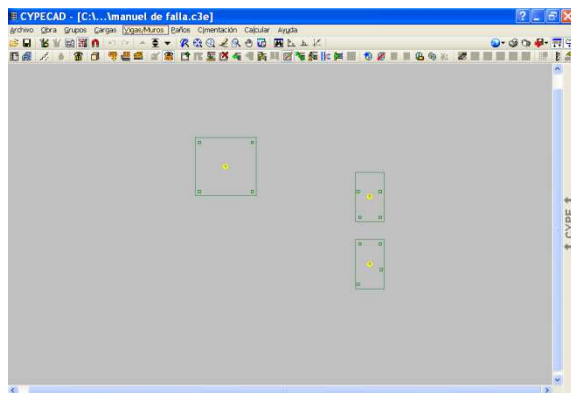


Fig. 5.38. Resultado importación de planta castillete

Una vez importado el fichero, se puede modificar la altura entre las plantas si fuera necesario, pero las cargas no se modifican. Esto implica que hay que modificar las cargas de los cerramientos manualmente.

Otro inconveniente es que al importar el fichero IFC, los muros de la planta sótano, que sirven para conformar dicha planta, no se generan, porque el programa todavía no tiene programado la lectura de estos elementos. En cambio, sí mete las cargas de los mismos. Tenemos que tener esto en cuenta porque dichas cargas habrá que borrarlas una vez generado el fichero o simplemente, no incluir este cerramiento en el IFC o no importarlo desde el asistente de importación del fichero IFC desactivándolo. Por tanto y como consecuencia de esto, las vigas generadas en la planta baja que vayan encima de los muros que tenemos que introducir, habrá que borrarlas previamente. Y las vigas generadas en la planta de cimentación que incluye directamente el programa con la losa de cimentación también hay hacer el mismo procedimiento.

Por otro lado, en este mismo paso vamos a analizar las plantillas de DWG que se han generado con el IFC. En la (Fig. 5.39) se puede ver que el programa crea una capa por cada tipo de elemento que se tenga en dicha planta, es decir, una capa con los pilares, otra con cada tipo de viga según el forjado definido, las diferentes tipos de tabiquería, etc.

Los ficheros generados no son muy prácticos porque son una mera representación de lo que hemos importado. Al tener tantas capas y nombres no reconocibles no resultan útiles. Esto se soluciona incluyendo nosotros nuestras propias plantillas a partir del fichero de dibujo.

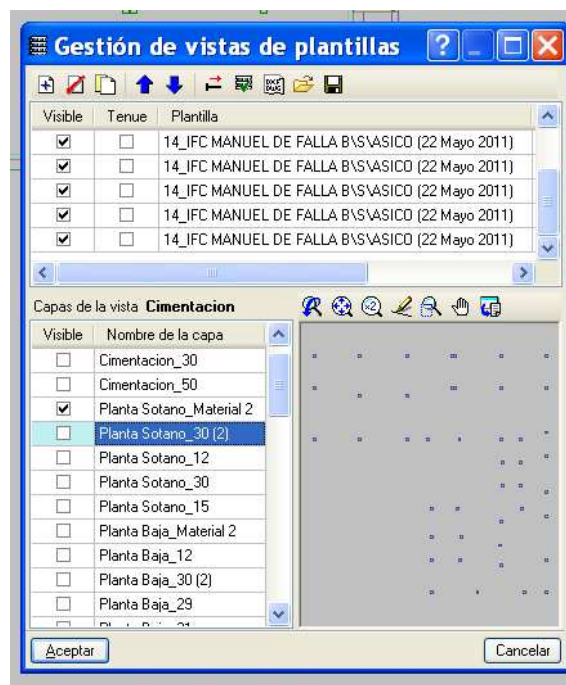


Fig. 5.39. Capas generadas con la creación de la plantilla de DXF a partir del fichero IFC.

MÉTODO A: OBRA VACÍA.		MÉTODO B: IMPORTACIÓN FICHERO IFC	
PASO	DESCRIPCIÓN	PASO	DESCRIPCIÓN
1	Definición de los datos generales de la obra	8	Definir datos generales de la obra.
2	Definición general de la geometría (altura entre plantas, cargas muertas y sobrecargas)	1	Importación del fichero IFC.
		2	Comprobación de las alturas de los forjados.
		3	Introducción de las cargas muertas y sobrecargas.
3	Introducción de pilares.	4	Importación de pilares.
4	Geometría de los elementos estructurales horizontales, forjados y vigas.	5	Importación de los forjados donde definiremos las vigas que delimitarán los diferentes tipos.
5	Inclusión de las cargas lineales (previo cálculo), cerramientos, pretilas, particiones interiores y zonas comunes, y medianeras.	6	Definición de los diferentes tipos de elementos de cerramientos (exteriores, particiones con zonas comunes, entre viviendas, pretilas y medianeras.
6	Cálculo de la obra	11	Cálculo de la obra.
		7	Decidir si queremos o no las plantillas de DXF/DWG.
		9	Comprobación de los errores que nos ha dado la importación.
		10	Introducción de los diferentes tipos de forjados.

Fig. 5.40. Cuadro resumen de ambos métodos.

A primera vista, cuando se observa la tabla (Fig. 5.40) resumen de los pasos seguidos en ambos casos, nos puede parecer que el segundo método tiene más puntos y esto nos puede llevar a pensar que es más largo. Nada más lejano de la realidad, puesto que en el segundo usamos un asistente de importación de IFC, que nos hace pasar por varias pantallas a efectos meramente de comprobación de los datos importados por si hubiera algún error.

Por el contrario en el método A hay varios pasos que generan bastante trabajo. El **paso 3** y el **paso 4**, en el método A y en el método B, respectivamente, no son iguales. Con la importación de los pilares del IFC, nosotros ya los tenemos situados, definida su geometría en cuanto a sección (salvo los pilares metálicos) y grupo final e inicial, mientras que en el caso tradicional tengo que ir colocando pilar a pilar, con todas sus características, en el fichero de CYPE.

De igual modo en el **paso 4** del método A he de ir colocando cada una de las vigas, e ir definiendo todas y cada una de sus características, mientras que con la importación de los forjados del IFC, lo que hago es decirle al programa con qué tipo de vigas quiero definir el perímetro de los diferentes paños. Es posible que tenga que retocar alguna viga dentro de un paño porque sea distinta pero ya está dispuesta en la posición que ocupa en el forjado. O puede que falte alguna, pero nunca el trabajo de introducirlas todas y situarlas en su posición.

En el **paso 5**, en el primer caso, hay que calcular previamente todas y cada uno de los diferentes tipos de cerramientos o elementos compartimentadores que debemos incluir y situarlo en la planta correspondiente, mientras que en el método B, éstos cálculos se realizan

simplemente definiendo el tipo de cerramiento o elemento compartimentador de que se compone y el programa lo calcula directamente y lo sitúa en la planta. Además una vez definido cada tipo, el programa lo sitúa en todas las plantas, según estuviera dispuesto en el fichero IFC.

Hay pasos comunes en ambos casos como son el paso 1 y 6 del método A con el paso 8 y 11 del método B. En la tabla hemos reflejado del mismo color aquellos pasos equivalentes de un método con el otro método.

05.2. Conclusiones:

En primer lugar vamos a enumerar todos los inconvenientes que encontramos al proceso del cálculo de la estructura a través de un fichero de intercambio IFC.

Uno de los mayores inconvenientes que vemos en este método de trabajo es que, a pesar de tener desarrollado CYPE el proceso de trabajo por medio del intercambio de fichero IFC en el módulo de instalaciones y estructuras, la importación en cada uno de estos programas no está interrelacionada, es decir, que debemos hacer el mismo trabajo para resolver las estructuras y las instalaciones. Importaremos dos veces el fichero IFC. No existe un programa común que nos permita reducir esto a un solo paso.

Si tenemos una planta de sótano resuelta con muros de contención el programa no es capaz de reflejarlo estructuralmente cuando se genera la estructura del edificio. Sí es capaz de introducir las cargas generadas por este elemento, lo que nos llevará a la introducción manual del mismo. Esto implica, que aunque nos genere la cimentación, que en nuestro caso es

por losa, se deberá eliminar para poder introducir correctamente los muros de sótano y también las vigas de planta baja que queden encima del muro.

Los forjados inclinados, como puede ser la rampa de acceso al sótano no es capaz de importarlas del fichero IFC, da error y por lo que no debemos incluirlas en nuestra estructura. Esto habrá que meterlo manualmente. No reconoce los espesores de estos forjados inclinados.

Tampoco entiende las escaleras que tengamos en nuestro edificio. Debiendo colocarlas posteriormente, o bien sus cargas o con el módulo de escalera.

No podemos definir vigas independientes que no estén unidas a forjados, como es el caso de la pérgola de la planta ático. El programa las define como “zuncho ficticio” y posteriormente tendremos que modificarlas.

Para que la importación sea útil se debe tener totalmente claro los diferentes tipos de elementos compartimentadores del proyecto, como pueden ser cerramientos exteriores medianeras, etc. porque si cambian tendremos que modificarlos o volver a realizar la importación del fichero IFC.

No se pueden modificar los espesores de los cerramientos que se hayan definido en el fichero.

Los plantillas DXF generados por el asistente de la importación del fichero IFC no son útiles desde el punto de vista de poder continuar en la introducción de la estructura. Son un mero reflejo de las plantas del fichero. Esto nos llevará a tener que generar nuestras propias plantillas.

Quizás, la mayor desventaja de este proceso, es no poder volver a exportar la estructura, ya

calculada y definitiva, al programa ALLPLAN y tener que hacer los cambios necesarios a mano.

En cuanto a las ventajas que nos aporta este método de trabajo es que la introducción de la estructura se hace a través de un asistente de importación del fichero IFC, de fácil manejo, y que en pocos minutos tenemos toda la estructura generada

Como conclusión general podemos decir que a pesar de haber enumerado muchos inconvenientes, el procedimiento de la importación a través de ficheros IFC agiliza mucho el trabajo de introducción de una estructura en CYPECAD. Si es importante que tengamos en cuenta las limitaciones actuales y que imaginamos se irán subsanando a lo largo del tiempo.

06. Diseño e implantación de las instalaciones comunitarias del edificio.

06.1. Introducción.

06.1.1 Consideraciones previas.

Nos hemos planteado la resolución de las instalaciones básicas de un edificio de viviendas, enfocando la experiencia en las instalaciones generales o comunes del mismo más las instalaciones particulares.

En qué espacio nos centramos

El ámbito arquitectónico en el que nos situamos se refiere tanto a los espacios comunes de un edificio de viviendas como a los interiores de las mismas.

Qué tipo de instalaciones

Hay que distinguir dos tipos diferentes de instalaciones que se desarrollan en los mencionados espacios comunes, como son las instalaciones generales –que resuelven los diferentes suministros a cada una de las viviendas- y, por otro lado, las instalaciones propias de esos espacios comunes. Por otro lado, se desarrollan las instalaciones particulares, dentro de los espacios privativos.

Cuáles instalaciones

El trabajo contempla resolver las instalaciones de suministro de agua, producción de ACS mediante EST, evacuación de aguas y electricidad.

Visión integral

El desarrollo del proyecto se ha enfocado desde una forma integral, tanto desde el propio conjunto total de las instalaciones como desde la

integración de las mismas en el conjunto arquitectónico y constructivo en el que nos desenvolvemos. Para ello se ha tenido en cuenta:

- El cumplimiento de lo regulado por cada una de las normativas de aplicación.
- Contemplar la correcta integración de unas instalaciones con otras.
- La previsión de los pasos para las canalizaciones verticales con los elementos estructurales.
- La correcta convivencia con todos los elementos constructivos del conjunto.

Instalaciones generales que no discurren por espacios comunes

Hay que señalar que no todas las instalaciones generales discurren por los espacios comunes del edificio de viviendas. Tanto en el caso de los conductos de ventilación como las bajantes de aguas residuales y bajantes de aguas pluviales nos surgen en espacios interviviendas, en canalizaciones verticales previstas entre unas y otras viviendas.

06.1.2 Diseño.

En primer lugar se ha realizado un diseño de cada una de las instalaciones y una vez completada toda la instalación se ha integrado globalmente todos los diseños conjuntos al elemento edificatorio.

06.2. Descripción de cada instalación.

06.2.1. Cálculo y dimensionado.

Proceso de introducción de IFC (está indicado en Energía)

El archivo que se va a utilizar es el mismo archivo donde se ha calculado la energía.

Todas las instalaciones se realizan en un mismo archivo de CYPE Instalaciones (*.ies). No se puede compartir la información entre distintos archivos del mismo proyecto.

Se han realizado las instalaciones de suministro de agua, evacuación de agua, calidad de aire interior (CAI) dentro de la pestaña Salubridad del CYPE instalaciones. Energía solar en la pestaña Energía Solar. Electricidad se realiza en otro módulo de CYPE que se denomina Cypelec.

Primero se introducen los elementos principales de cada instalación y según la naturaleza de esta se irán conectando mediante canalizaciones o conductores (salubridad energía solar). En el proceso de cálculo y dimensionado del programa (primero) se ha introducido un diseño de cada instalación de cada uno de los elementos necesario que componen el esquema para su correcto funcionamiento.

Una vez que se introduzcan elementos que sean comunes a varias instalaciones (p.e. suministro de agua y evacuación de aguas) se mantienen las características de una a otra (no es necesario dibujarlo de nuevo).

Una vez que es correcta la instalación se procede a realizar automáticamente el cálculo.

Tras el cálculo aparece en pantalla la instalación con las dimensiones y especificaciones de los

elementos principales que componen la instalación.

06.2.2. Resultados.

Una vez realizado el cálculo este se puede exportar en extensiones *.doc, *.pdf, *.rtf. La documentación que compone el proyecto (memoria, mediciones, pliego de condiciones, presupuesto, justificación de la instalación)

A su misma vez podemos exportar los planos en *.dxf, *.dwg o imprimirlo desde el mismo programa.

06.2.3. Discusión de resultados.

Es una pena que una vez calculado y obtenido los resultados no se puedan exportar con todas sus características técnicas y especificaciones al programa Allplan a través de su archivo IFC.

06.3. Descripción instalación de suministro de agua.

06.3.1. Introducción.

El diseño de la instalación de suministro de agua se realiza siguiendo el cumplimiento del DB-HS 4. Suministro de Agua del CTE. El esquema general de la instalación será del tipo red con contadores aislados (Apdo. 3 DB-HS 4 CTE), compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores aislados (contadores divisionarios) y las instalaciones particulares. La compañía suministradora nos aporta la información que la presión existente en la red es insuficiente para realizar el suministro a la

planta más desfavorables (presión en punto de consumo grifo común menor a 100 kPa. Apdo 2.1.3 DB-HS 4 CTE). Al ser la presión inferior a la exigida es necesaria la implementación de un sistema de sobreelevación.

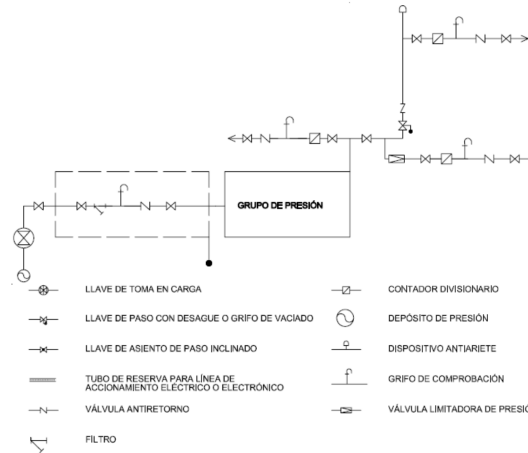


Fig. 6.01. Esquema de red con contadores aislados.

06.3.2. Acometida.

Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, será continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por: tubo de polietileno de alta densidad banda azul (PE-100), de 50 mm de diámetro exterior, PN = 16 atm y 4,6 mm de espesor (tubo de polietileno de alta densidad (PE-100 A), PN=16 atm, según

UNE-EN 12201-2), colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1 1/2" de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación ($\leq 0,50$ m), fuera de los límites de la propiedad, en trapillón de fundición dúctil 200 x 200 mm, colocado en acera pública.

06.3.3. Instalación general.

06.3.3.1. Armario en fachada.

Los armarios deben llevar grabado en su puerta el logotipo de la empresa suministradora para estar claramente identificados. Su apertura o cierre se realiza gracias a una cerradura que contiene un eje cuadrado (o cuadradillo) con una muesca. Para accionarla es necesaria una llave de cuadradillo que ajustará en el eje en una única posición. El armario contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

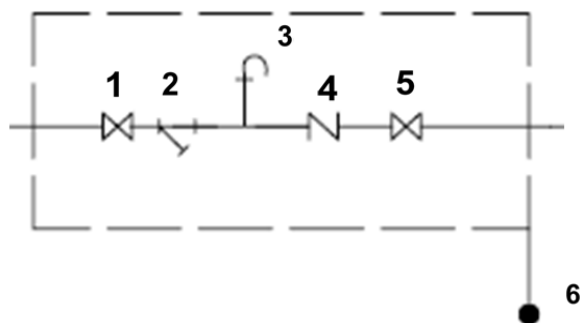


Fig. 6.02. Esquema armario de fachada.

○ (1) Llave de corte general: servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

○ (2) Filtro de la instalación general: debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

○ (3) Grifo o racor de prueba: principalmente permite comprobar el correcto funcionamiento de la válvula de retención. Además facilita la medición de la presión del agua a través de un manómetro, nos permite comprobar el correcto funcionamiento del contador y facilita la toma de muestras para analizar la calidad del agua.

○ (4) Válvula de retención o anti-retorno: en su interior tiene un sistema anti-retorno que impide el paso del agua en sentido contrario al habitual, evitando la entrada de elementos contaminantes a la red de distribución

○ (5) Llave de salida: debe permitir la interrupción del suministro al edificio

○ (6) Desagüe: permitirá la evacuación de una posible fuga de agua.

06.3.3.2. Tubo de alimentación.

El trazado del tubo de alimentación se realiza por zonas de uso común en montaje superficial mediante abrazaderas en paramentos verticales sobre el techo falso de la zona de uso común en la entrada al edificio. Tubo de polietileno de alta densidad banda azul (PE-100), de 50 mm de diámetro exterior (DN 50), PN = 16 atm y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2.

06.3.3.3. Sistema de sobreelevación.

El sistema de sobreelevación se diseña del tipo convencional compuesto por:

○ (1) Dos depósitos auxiliares de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo.

○ (2) Equipo de bombeo, compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo.

○ (3) Depósito de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de

valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas.

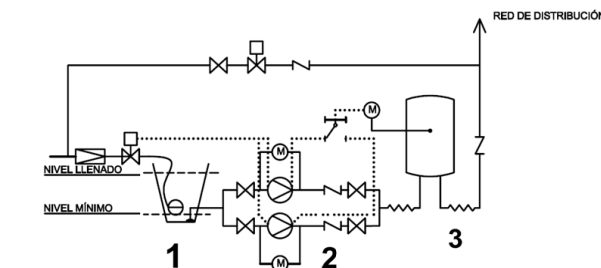


Fig. 6.03. Esquema general de grupo de presión convencional.

Contamos con dos depósitos auxiliares de alimentación, para abastecimiento del grupo de presión, de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), cilíndrico, de 1500 litros, con tapa, aireador y rebosadero; llave de corte de esfera de latón niquelado de 2" DN 50 mm y válvula de flotador para la entrada; grifo de esfera para vaciado; llave de corte de esfera de latón niquelado de 2" DN 50 mm para la salida; rebosadero con tubería de desagüe y dos interruptores para nivel máximo y nivel mínimo.

El grupo de presión está formado por: 3 bombas centrífugas de 6 etapas, verticales, ejecución monobloc, no auto-aspirantes, con carcasa, rodets, difusores y todas las piezas en contacto con el medio de impulsión de acero inoxidable, conexión en aspiración de 2", conexión en impulsión de 2"; cierre mecánico independiente del sentido de giro; motores con una potencia

nominal total de 4,5 kW, 2850 r.p.m. nominales, alimentación trifásica 400V/50Hz, protección IP 54, aislamiento clase F; vaso de expansión de membrana de 200 l; válvulas de corte y anti-retorno; presostato; manómetro; sensor de presión; y colector de impulsión de acero galvanizado.

06.3.3.4. Batería de contadores individuales.

Dispondremos de dos baterías para viviendas (22 contadores cada una) y una para los locales (6 contadores) en armario situado en zona de uso común en portal de entrada al edificio en planta baja. Estas baterías son de acero galvanizado, tipo P de 2 1/2" DN 63 mm, para centralización de contadores de 3/4" DN 20 mm en dos filas, con llave de corte de compuerta, llaves de entrada, grifos de comprobación, válvula de retención, llaves de salida, latiguillos y cuadro de clasificación.

06.3.3.5. Montantes o ascendentes individuales.

Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo. Las ascendentes deben disponer en su base de: una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado. Estarán situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua. En su parte

superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete. Se dispondrán colocadas superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 25 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,3 mm de espesor. Purgador automático de aire de latón y llave de paso de asiento de bronce, con maneta de acero inoxidable.

06.4. Descripción de la instalación de energía solar térmica.

La instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica, almacenar dicha energía térmica de forma eficiente y transferirla para poder utilizarla en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar (DB-HE 4. Contribución solar mínima de ACS).

Se localiza en Palma del Río provincia de Córdoba en las coordenadas geográficas Latitud 37° 23' 24" y Longitud 5° 58' 48" Oeste. El campo de captadores se situará sobre la cubierta plana del edificio, con una orientación de captadores completamente hacia el Sur (200°) y una inclinación de 45° con respecto la horizontal.

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza de la siguiente forma: por el principio de circulación utilizado, clasificamos el sistema como una instalación con circulación forzada; por el sistema de transferencia de calor, clasificamos nuestro sistema como una instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar (inter-acumulador); por el sistema de expansión, será un sistema cerrado; por su aplicación, será una instalación para calentamiento de agua sanitaria.

Los sistemas que conforman la instalación son: un sistema de captación formado por los captadores solares; un sistema de acumulación y de intercambio constituido por un depósito inter-acumulador que almacena y realiza la transferencia de energía desde el circuito primario al circuito secundario; dos circuitos hidráulicos, uno primario (captación-intercambio) y otro secundario (intercambio-consumo), constituidos por tuberías, bombas, depósitos de expansión, válvulas, etc; sistema de regulación y control; y adicionalmente, se dispone de un sistema de energía convencional auxiliar.

06.4.1. Sistema de captación.

Los captadores se dispondrán en cuatro filas (baterías) constituidas por el mismo número de cinco elementos. Las filas de captadores se conectan entre sí en paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas

baterías de captadores y entre las bombas. Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último.

Los captadores serán del tipo captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1143x2043x80 mm, superficie útil 2,14 m², rendimiento óptico 0,78, coeficiente de pérdidas primario 3,473 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,017 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, modelo G1 U 23 "THERMOSUN", compuesto de marco autoportante y tapa posterior de aluminio, aislamiento térmico de lana de vidrio, panel de vidrio de 4 mm de espesor, absorbedor de cobre con recubrimiento Sunselect, tubería en forma de meandro y manguitos de conexión, colocados sobre estructura soporte para cubierta horizontal.

06.4.2. Sistema de acumulación.

El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador, por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación. Preferentemente, el sistema de

acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.

Contamos con un inter-acumulador modelo Máster Vitro MVV-2500-SSB marca Lapesa de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 2500 l, altura 2280 mm, diámetro 1700 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, protección externa con forro de PVC. La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1, siendo dicha superficie útil de intercambio de 6,70 m².

06.4.3. Sistemas de circuitos hidráulicos.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Para el circuito primario y secundario se utilizarán conducciones para mezcla de

agua y anticongelante de sistemas solares térmicos, formadas por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 40/42 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco de 30 mm de espesor.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal. Contaremos con la instalación de electrobombas centrífugas de tres velocidades, para un caudal de 3000 l/h y una presión de 46 kPa, con una potencia de 0,11 kW, bocas roscadas macho de 1", altura de la bomba 130 mm, con cuerpo de impulsión de hierro fundido, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia.

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. El sistema de expansión que se emplea en el proyecto será cerrado con una capacidad de 35 l, 465 mm de altura, 360 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento.

06.4.4. Sistemas de regulación y control.

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones,

procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas etc. Se ha seleccionado una centralita de control para sistema de captación solar térmica "THERMOSUN"/SDC 204, con sondas de temperatura en captadores solares, acumulador solar y en regulación de la bomba. La centralita estará formada por regulador térmico diferencial para instalaciones solares térmicas con pantalla digital, modelo SDC 204 "THERMOSUN", de 175x135x55 mm, con reloj programador con 4 tipos de instalaciones preajustados, diferencial de temperatura de conexión ajustable, limitación de la temperatura máxima del depósito, sistema antibloqueo de la bomba, 2 salidas para relés y 4 sondas de temperatura Pt1000.

06.4.5. Sistemas de energía convencional auxiliar.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar. El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del

campo de captación. En el proyecto se ha optado por el tipo de energía auxiliar de gas natural. El equipo elegido es una caldera mural a gas (B/N), para A.C.S. instantánea, cámara de combustión estanca y tiro forzado, potencia modulante de 7 kW (6.000 kcal/h) a 23,6 kW (20.300 kcal/h), rendimiento 92,5% a potencia nominal y temperatura media del agua 70°C, rendimiento 89,4% al 30% de la carga y temperatura media del agua 50°C, caudal de A.C.S. 13,8 l/min, dimensiones 400x298x700 mm, quemador multigás para gas natural, butano y propano, selector de temperatura de A.C.S. de 40°C a 60°C, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, vaso de expansión con purgador automático y plantilla de montaje.

06.5. Instalaciones particulares.

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes: una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación; el trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente; ramales de enlace; puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual. La instalación interior se

realiza en montaje empotrado al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), PN=10 atm, según UNE-EN ISO 15875-2.

El diseño de la instalación de ACS interior está dotado de una red de retorno al existir una longitud mayor de 15 m de tubería de ida al punto de consumo más alejado. La red de retorno discurrirá paralelamente a las de impulsión y contendrá un grupo de recirculación compuesto por una electrobomba centrífuga de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW. La red de ACS y de retorno llevarán un aislamiento térmico colocado superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada de 22 mm de espesor, con adhesivo para las uniones.

06.6. Proceso introducción de instalación de suministro de agua en CYPE.

El diseño y dimensionado de la instalación de suministro de agua mediante la utilización de la pestaña Salubridad en el programa Instalaciones del Edificio de Cype se realiza siguiendo el cumplimiento del Documento Básico HS4 del Código Técnico de la Edificación y la UNE 149201:2008 Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios. Con el programa Instalaciones del edificio puede diseñarse cualquier tipo de instalación de suministro de agua, exceptuando los edificios de uso industrial. En este caso el esquema general de la instalación será del tipo red con contadores aislados (Apdo. 3 DB-HS 4 CTE), compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores aislados y las instalaciones particulares. El proceso de dimensionado de cualquier instalación comienza con la creación de Obra Nueva y la importación del modelo o maqueta virtual en formato IFC.

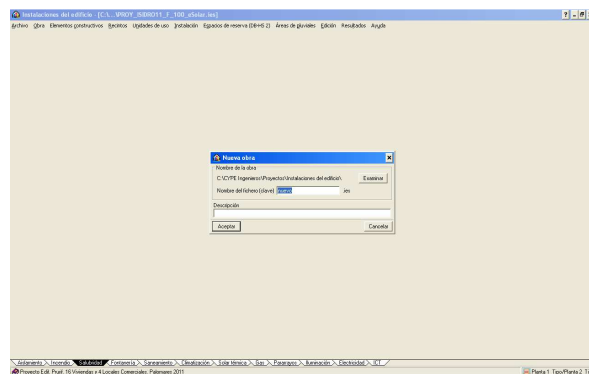


Fig. 6.04. Entorno de trabajo programa al inicio de una obra.

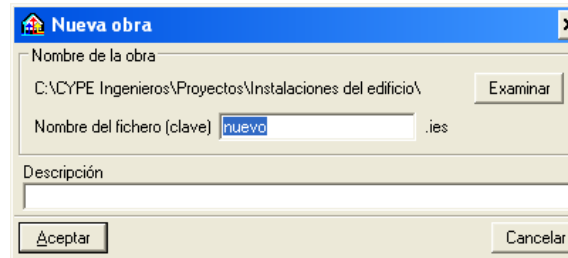


Fig. 6.05. Ventana Nueva Obra.

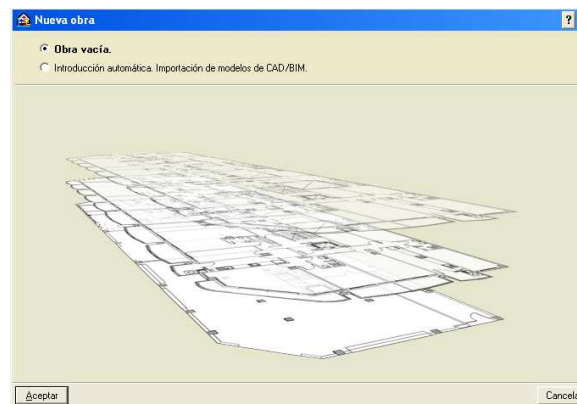


Fig. 6.06. Ventana para importar modelo IFC.

Seguidamente se inicia el asistente para la introducción de los datos generales de la obra. Dicho asistente consta de los siguientes apartados:

- Tipo de edificio.
- Tipo de proyecto.
- Datos del proyecto.
- Emplazamiento.
- Término municipal.
- ConFig.ación de precios.
- Unidades de uso.
- Plantas/Grupos.

- Exigencias básicas.
- HS 1: Protección frente a la humedad.
- HS 2: Recogida y evacuación de residuos.
- HS 3: Calidad del aire interior.
- HS 4: Suministro de agua.
- HS 5: Evacuación de aguas.



Fig. 6.07. Ventana inicio del asistente Datos Generales.

Una vez completados los datos en el asistente, se procede a introducir los elementos principales que componen el esquema de la instalación de suministro de agua, de forma ordenada, en el sentido del flujo del agua desde el punto de acometida hasta los puntos de consumos en las instalaciones particulares. El proyecto tiene la peculiaridad que en la red pública no se dispone de suficiente caudal ni de suficiente presión, por tanto, la alimentación es indirecta con grupo de presión y depósito.

06.6.1. Elementos que componen la acometida.

La acometida es el primer elemento de la instalación de suministro de agua. Conecta la red exterior de suministro con la instalación general del edificio. Para abrir el paso de la red exterior, se dispone una toma y llave de corte de acometida a la red de suministro. En el menú Suministro de agua (HS-4) aparece la ventana donde se encuentran los elementos principales. Pulsando en Toma y llave de corte de acometida aparece la ventana dónde conFig.mos las características de la acometida.

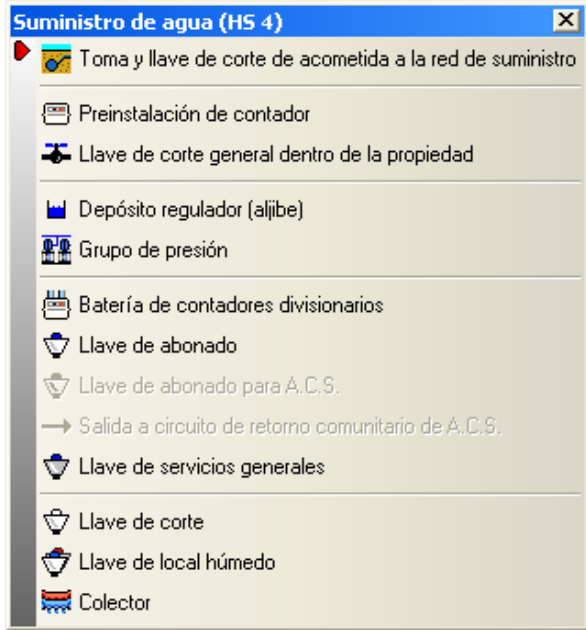


Fig. 6.08. Ventana elementos principales.

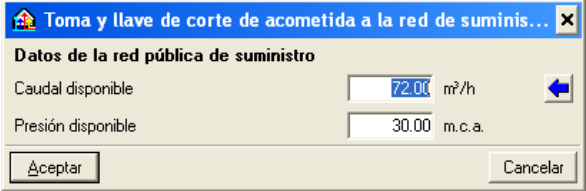


Fig. 6.09. Ventana características de acometida.

06.6.2. Instalación general.

El armario contendrá, dispuestos en este orden: llave de corte general dentro de la propiedad (en una zona común) y se utiliza para interrumpir el suministro a edificios con varios abonados; preinstalación de contador, este equipo se dispone para medir la totalidad de los consumos producidos en el edificio; un filtro de la instalación general, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida.

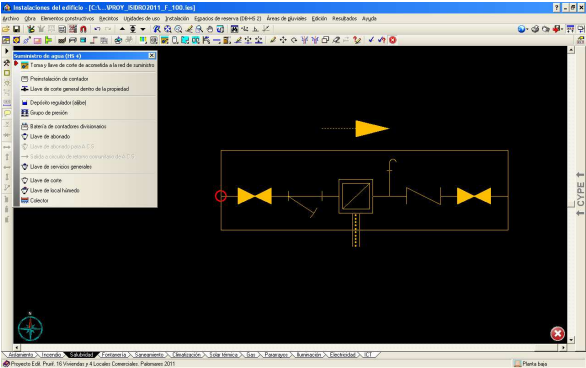


Fig. 6.10. Preinstalación de contador totalizador.

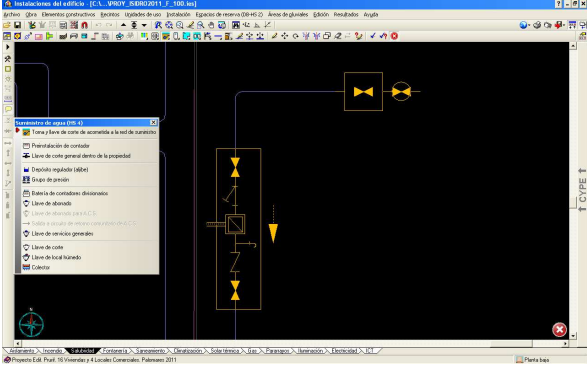


Fig. 6.11. Acometida y armario introducidos.

El depósito regulador se utiliza en proyectos donde la red pública no posee suficiente caudal para la instalación de suministro de agua del edificio.

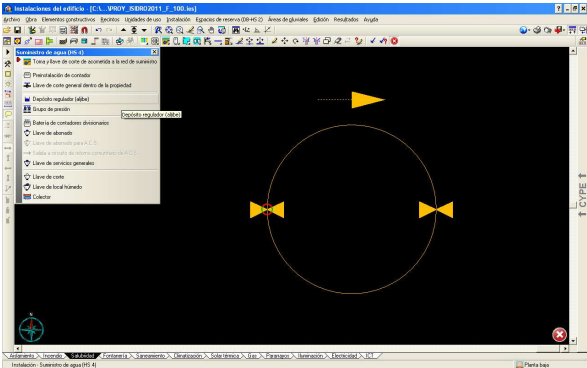


Fig. 6.12. Depósito regulador.

El grupo de presión se utiliza cuando en la red pública no existe suficiente presión para abastecer a la instalación de suministro de agua.

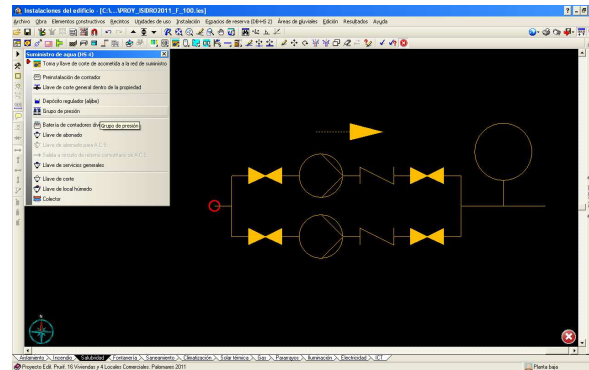


Fig. 6.13. Grupo de presión.

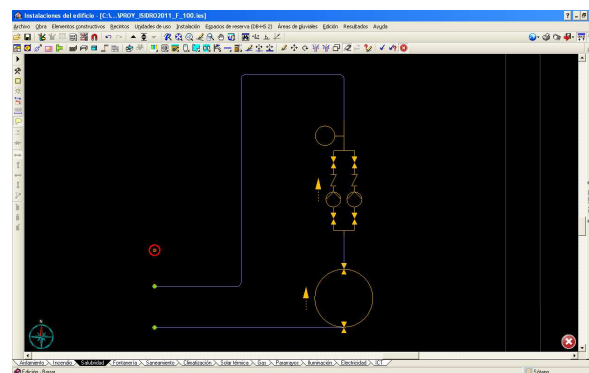


Fig. 6.14. Depósito y grupo de presión introducidos.

La batería de contadores divisionarios se utiliza en instalaciones de edificios con más de un abonado. Dicho equipo mide los

consumos particulares de cada abonado y de cada servicio del edificio.

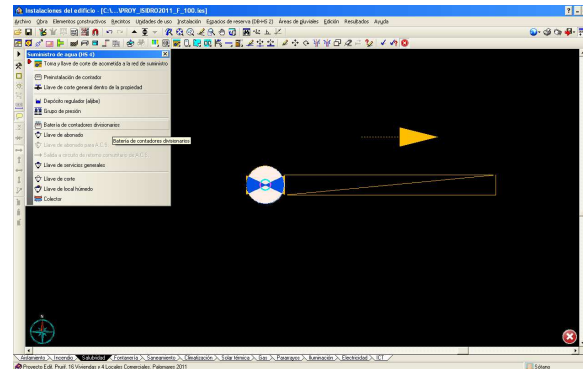


Fig. 6.15. Batería de contadores.

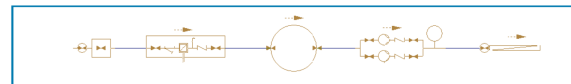


Fig. 6.16. Instalación con batería de contadores y contabilización total.

06.6.3. Instalaciones particulares.

Después de introducir los equipos de la instalación general, se introducen las llaves y los dispositivos del interior de la propiedad particular, desde la llave de paso hasta los correspondientes puntos de consumo. Llaves de abonado. Estos elementos, situados en el interior de la propiedad, permiten el corte del suministro de agua a cada una de ellas.

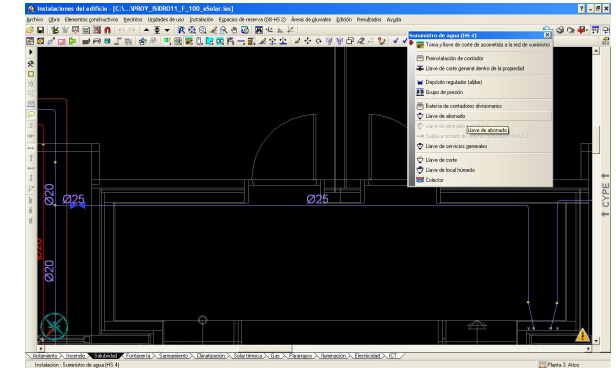


Fig. 6.17. Llave de abonado.

Las llaves de local húmedo se disponen en todos los locales en los que existen aparatos con consumo de agua. Estas llaves permiten interrumpir el paso de agua, tanto fría como caliente, hacia la instalación del recinto.

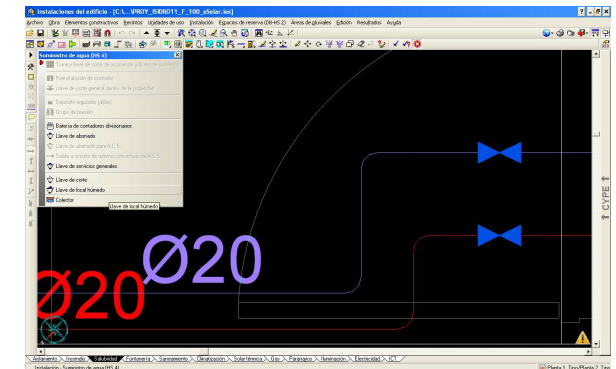


Fig. 6.18. Llave de local húmedo.

Puntos de consumo. Aparatos o equipos que requieren suministro de agua para su utilización. A continuación se muestran los distintos puntos de consumo que puede presentar una instalación de suministro de agua:

- o Lavabo
- o Bañera más de 1.40 m.
- o Bidé.
- o Inodoro con tanque bajo.
- o Fregadero, lavavajillas y lavadora de uso doméstico.

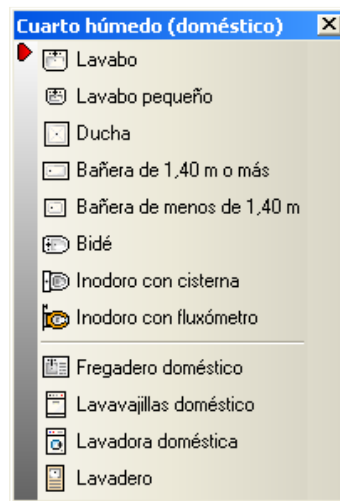


Fig. 6.19. Ventana puntos consumo domésticos.

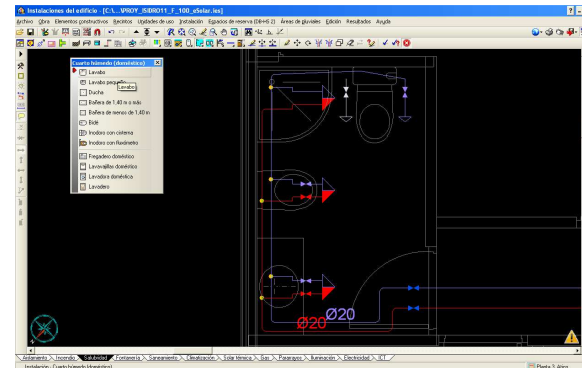


Fig. 6.20. Instalación de puntos de consumo.

06.6.4. Canalizaciones instalación de suministro de agua.

Una vez introducidos todos los elementos de la instalación de suministro de agua, se realiza su conexión mediante tuberías.

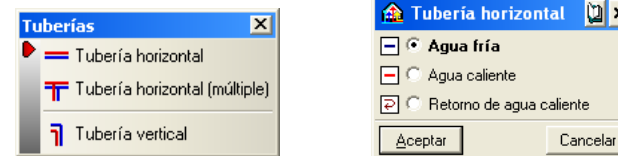


Fig. 6.21. Ventanas de canalizaciones de suministro de agua.

06.7. Descripción de la Instalación eléctrica.

Se realiza el dimensionado de la instalación mediante el programa Cypelec.

Descripción constructiva de la instalación:

06.7.1 Caja general de protección.

La caja general de protección se ubica en la parte derecha de la entrada de la vivienda lo más cercana al cuarto donde estarán ubicado la centralización de contadores. La caja general de protección será empotrada en fachada.

06.7.2. Línea general de alimentación.

La LGA parte de la CGP hasta la centralización de contadores tiene una longitud de 1.40 m y discurre empotrada por pared y falso techo grapado al forjado.

06.7.3. Cuarto de contadores.

Este tendrá dimensiones de 2,70 x 1.25 m. En el estarán ubicados los contadores para las 21 viviendas, 2 locales comerciales, garaje y servicios comunes del edificio.

06.7.4. Derivaciones individuales.

Las derivaciones individuales para las viviendas van a discurrir empotradas por falso techo por la planta baja hasta los huecos de instalaciones. Los huecos de instalaciones tendrán unas dimensiones de 0,50 x 0,30 m instalándose estas

conducciones en dos filas derivándose a cada vivienda en cada planta grapado al forjado oculto por falso techo.

El hueco de instalaciones estará formado por citara de ladrillo perforado revestido de yeso y pintado de blanco.

Habrà una derivación individual para cada vivienda, garaje, servicios comunes y una por local.

06.7.5. Cuadro de mando y protección.

Se estima que el grado de electrificación para cada vivienda es básico. Los circuitos a instalar en cada vivienda serán:

- Circuito de distribución interna. Puntos de iluminación.
- Circuito de distribución interna. Tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- Circuito de distribución interna. Cocina y horno.
- Circuito de distribución interna. Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- Circuito de distribución interna. Tomas corriente de cuarto de baño y bases auxiliares de cocina.

Para garaje los circuitos a instalar son:

- Alumbrado general. Dos circuitos.
- Alumbrado de emergencias. Dos circuitos.
- Tomas de corriente.
- Ventilación. Un circuito.
- Bombeo de aguas negras

Servicios comunes del edificio:

- Alumbrado de escalera. Tres circuitos.
- Alumbrado de emergencia. Cuatro circuitos.
- Tomas de corriente.
- Grupo de presión.
- RITI
- RITS

Locales comerciales:

Se realiza una previsión de potencia de 100 kW por m2.

06.7.6. Realización del cálculo.

Para el desarrollo del cálculo de esta instalación usando Cypelec se utiliza el asistente de cálculo que dispone el programa, en el cual se van introduciendo los datos de la instalación que queremos desarrollar en el edificio.

06.7.7. Conclusiones.

El programa Cypelec es un programa, que a pesar de ser de fácil utilización, posee cierta complejidad debido a que, en nuestra opinión, se necesita un conocimiento avanzado de algunos de los elementos de la instalación eléctrica.

06.8. Proceso introducción de instalación de evacuación de aguas en CYPE.

Dentro del archivo de Cype Instalaciones del edificio, hay que situarse en la pestaña Salubridad y activar, en Datos generales, la opción HS 5: Evacuación de aguas (Fig.6.22).

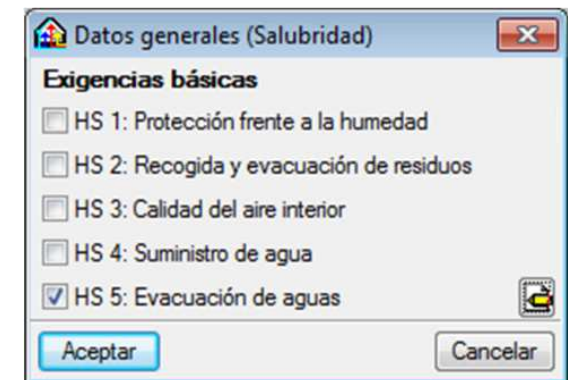


Fig.6.22. Datos generales (Salubridad).

La introducción de los elementos pertenecientes a la red de saneamiento de nuestro edificio se va a realizar según el sentido del caudal de circulación.

Antes de comenzar, es conveniente añadir en las plantillas de dibujo (Fig.6.23) la ubicación y aquellas características que nos sean útiles de los elementos del saneamiento (sumideros, bajantes, arquetas, sentido de evacuación del agua, simbología, etc.).

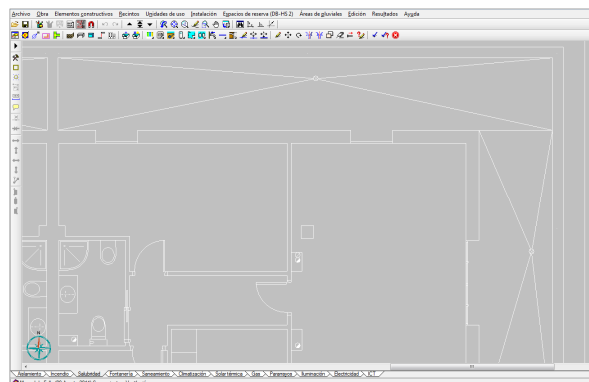


Fig.6.23. Plantillas de ayuda.

En primer lugar, se introducirá el sistema de evacuación de aguas pluviales formado por:

- Sumideros en cubierta y sumideros sifónicos.
- Bajantes y colectores.
- Arquetas.
- Pozos de registro.
- Conexión con la red general de saneamiento.

A continuación, se creará el sistema de evacuación de aguas residuales constituido por:

- Aparatos sanitarios y botes sifónicos.
- Bajantes y colectores.
- Arquetas.
- Pozos de registro.
- Conexión con la red general de saneamiento.
- Terminal de aireación.

Ambos sistemas se unirán en la parte superior de la Planta Sótano formando una red colgada. Todas las funciones necesarias para la creación de la instalación saneamiento (Fig.6.24) se encuentran en el menú desplegable Instalación > Evacuación de aguas (HS 5).



Fig.6.24. Funciones evacuación de aguas.

06.8.1.Evacuación de aguas pluviales.

Antes de colocar los elementos necesarios para la evacuación de aguas pluviales, se tiene que

introducir las superficies de cubierta que desaguan en cada sumidero. Estas superficies se denominan en Cype, Áreas de Pluviales (Fig.6.25).

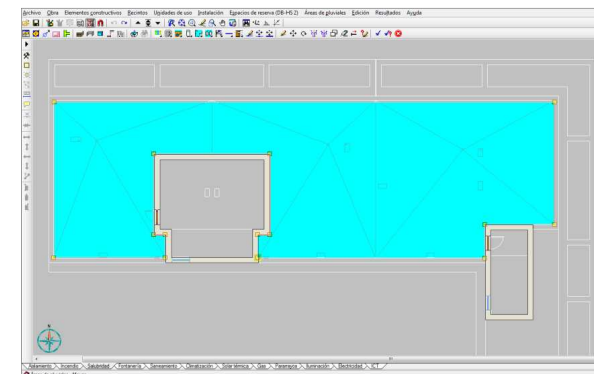


Fig.6.25. Generación áreas pluviales.

A continuación, se situarán los sumideros en cubierta (Fig. 6.26) y los sumideros sifónicos, éstos últimos se utilizan para la evacuación de agua de patios y balcones.

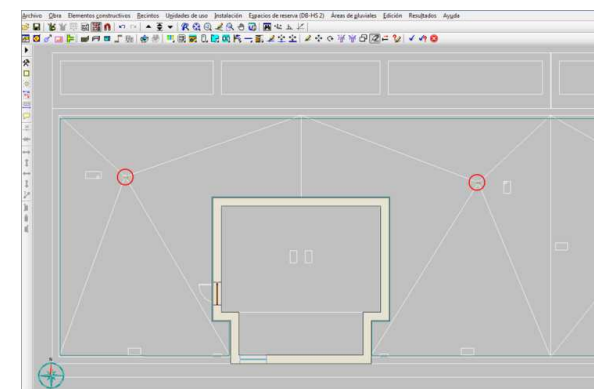




Fig.6.26. Introducción sumideros en cubierta.

El próximo paso es situar las bajantes con la función  Tubería vertical. Una vez que se han introducido, se conectan los sumideros a las bajantes por medio de colectores con la función  Tubería horizontal (Fig.6.27).

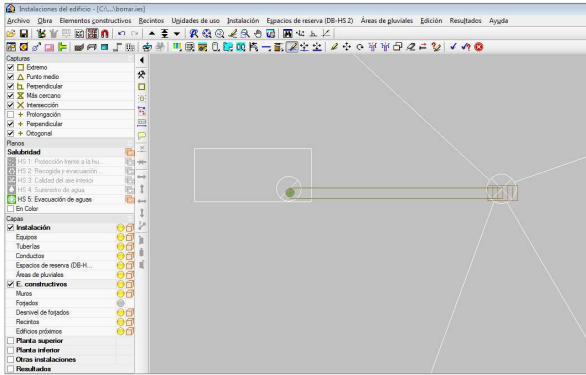





Fig.6.27. Conexión sumidero en cubierta con bajante.

A partir de aquí, se crea mediante colectores una red colgada formada por tuberías horizontales  que recogen todas las aguas procedentes de los sumideros, y la conducen hasta la arqueta sifónica situada en el límite de la propiedad.

Para finalizar, se introduce el pozo de registro  perteneciente a la vía pública y la conexión con la red general de saneamiento  (Fig.6.28). Estos elementos y la arqueta sifónica se conectan entre sí mediante tuberías horizontales, terminado así con la instalación de evacuación de aguas pluviales.

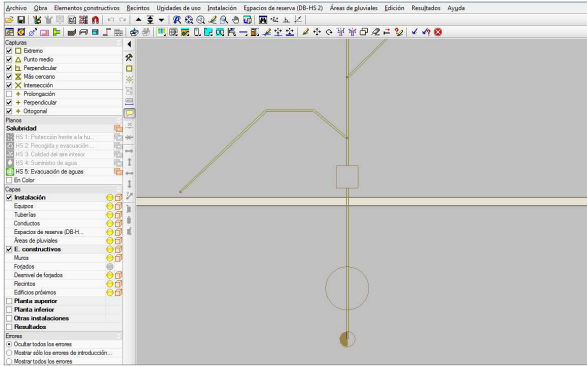


Fig.6.28. Conexión pozo de registro con la red general de saneamiento.

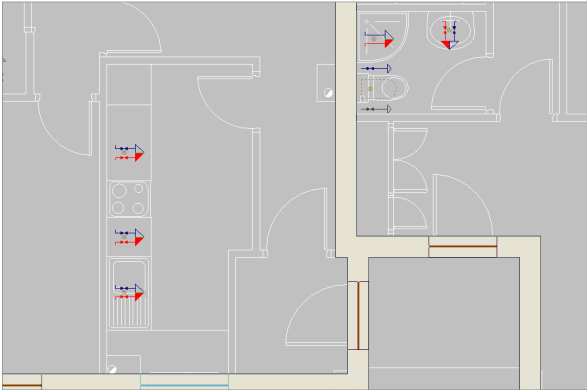


Fig.6.29. Aparatos en locales húmedos.

06.8.2.Evacuación de aguas residuales.


Antes de comenzar con la instalación de evacuación de aguas residuales, se comprueba que están colocados los aparatos que generan agua (lavabos, inodoros, fregaderos, grifos...). En nuestro caso, se crearon en el apartado de fontanería (Fig.6.29).


Pero es posible realizar la instalación de evacuación de aguas residuales sin tener creada la instalación de suministro de agua. Únicamente, hay que introducir estos aparatos antes de comenzar a incorporar los demás elementos que componen dicha instalación, ya que proporcionan al programa la información necesaria sobre el caudal a desaguar.


En nuestro proyecto, los aparatos que generan agua se muestran en la figura 6.30.

ESTANCIA	APARATO	FUNCIÓN
Cuarto de baño	Ducha	
	Lavabo	
	Bidé	
	Inodoro con cisterna	
Cocina	Fregadero	
	Lavavajillas	
	Lavadora	
Garaje	Grifo	

Fig.6.30. Funciones, aparatos que generan agua.

Una vez que se ha comprobado que están colocados todos los aparatos generadores de agua, insertamos los botes sifónicos  en los baños que recogerán el agua de las bañeras, duchas, bidés e inodoros.

A continuación, se colocan las bajantes de las aguas residuales utilizando la función de  Tubería vertical.

Dentro de los baños se conectan los botes sifónicos y los inodoros a las bajantes mediante tuberías horizontales  y en las cocinas se dirigirá el agua directamente desde los aparatos a las bajantes (Fig.6.31).

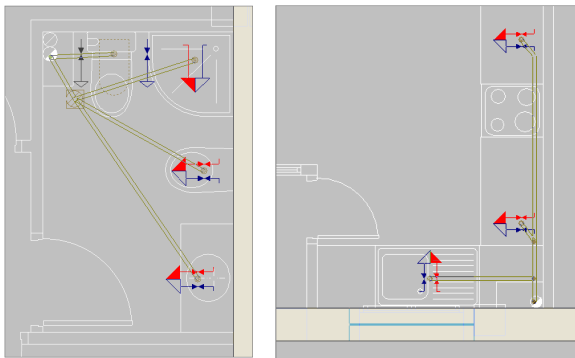


Fig.6.31. Evacuación de aguas cuartos de baños y cocinas.

A partir de aquí, las bajantes se conectan a la red colgada creada en el punto anterior (Fig.6.32); con lo cual se produce la unificación de ambos sistemas de evacuación de aguas (pluvial y residual).

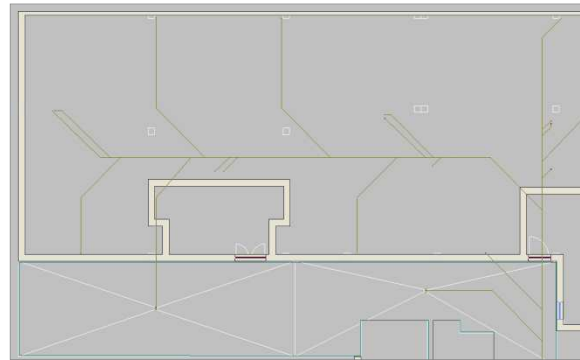





Fig.6.32. Red colgada planta sótano.

Por último, hay que realizar la evacuación de aguas residuales del garaje. Para ello, se introducen sumideros longitudinales  por el perímetro y en la puerta de acceso al mismo, y sumideros sifónicos  en la zona de los trasteros. También se colocarán los grifos que sean necesarios en el garaje (Fig.6.33) con la función  Grifo en garaje (estos elementos han sido introducidos anteriormente en la instalación HS 4 Suministro de agua).

A continuación, colocaremos las arquetas necesarias para la correcta distribución del saneamiento del garaje. Los sumideros, tanto longitudinales como sifónicos, se conectan a las arquetas de paso, y a su vez se unen estas arquetas entre sí mediante tuberías horizontales formando la red enterrada de saneamiento del garaje (Fig. 6.34).

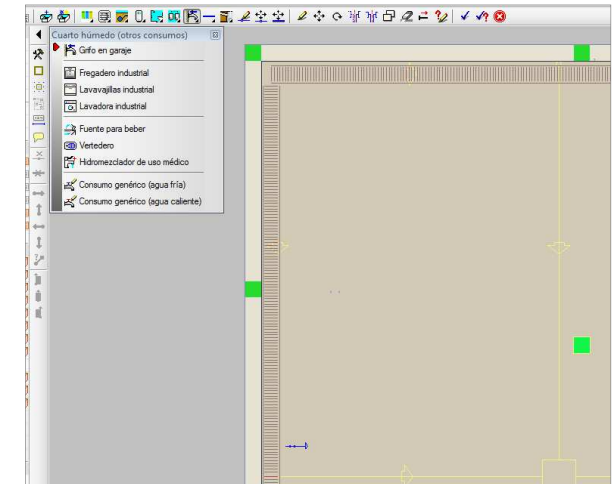


Fig.6.33. Generación grifos en el garaje.




Fig.6.34. Red enterrada saneamiento garaje.

En el último tramo del saneamiento del garaje, se introduce una arqueta de bombeo (Fig.6.35) que impulsará el agua a la red colgada donde se unen ambos sistemas de evacuación.



Fig.6.35. Introducción arqueta de bombeo.

Para finalizar con la instalación de evacuación de aguas residuales, se colocan en cubierta y en las terrazas de los áticos los terminales de aireación , que protegen la instalación de sobrepresiones, subpresiones y acceso de olores (Fig.6.36).

Y con esto queda terminada la introducción de los elementos que forman el saneamiento del edificio.

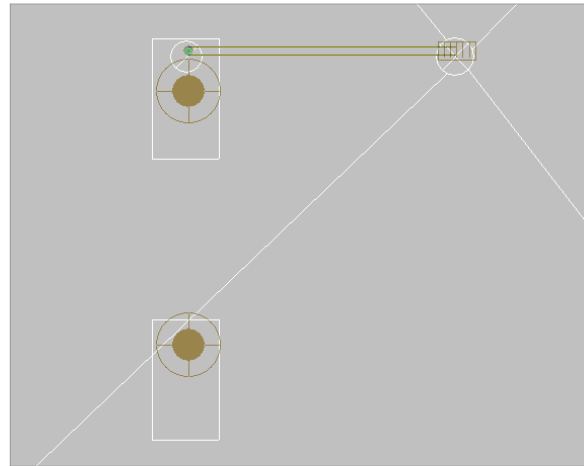


Fig.6.36. Colocación en cubierta terminales de aireación.

A partir de aquí se obtienen los cálculos de la instalación (Figuras 6.37, 6.38 y 6.39) y los siguientes listados:

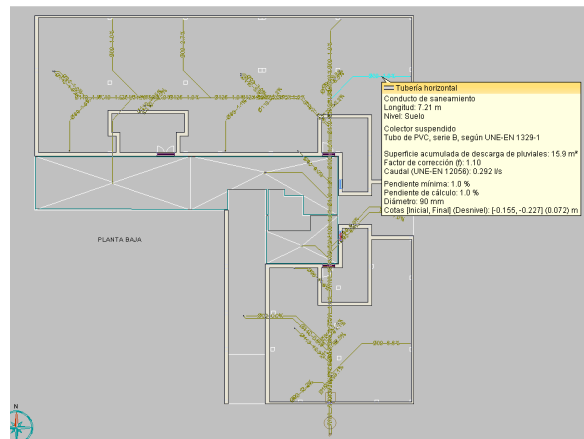


Fig.6.37. Resultado cálculo red colgada planta sótano.

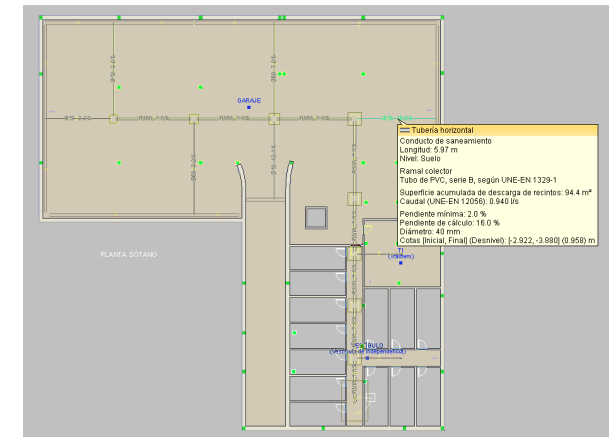


Fig.6.38. Resultado cálculo red enterrada garaje.

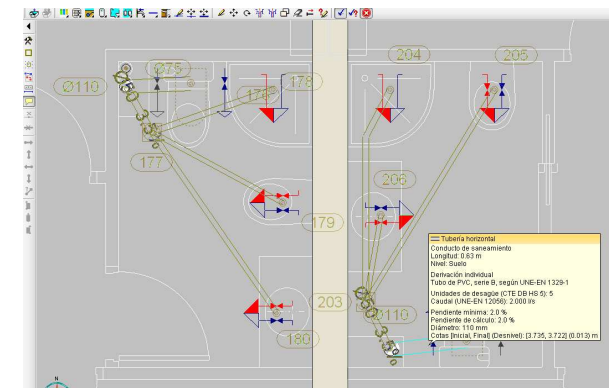


Fig.6.39. Resultado cálculo cuartos de baño.

- Cumplimiento del CTE DB HS 5: Evacuación de aguas (Fig.6.40). En donde se especifican la longitud, pendiente, unidades de desagüe, diámetro, caudal, área de descarga al sumidero, etc. de las tuberías y equipos.

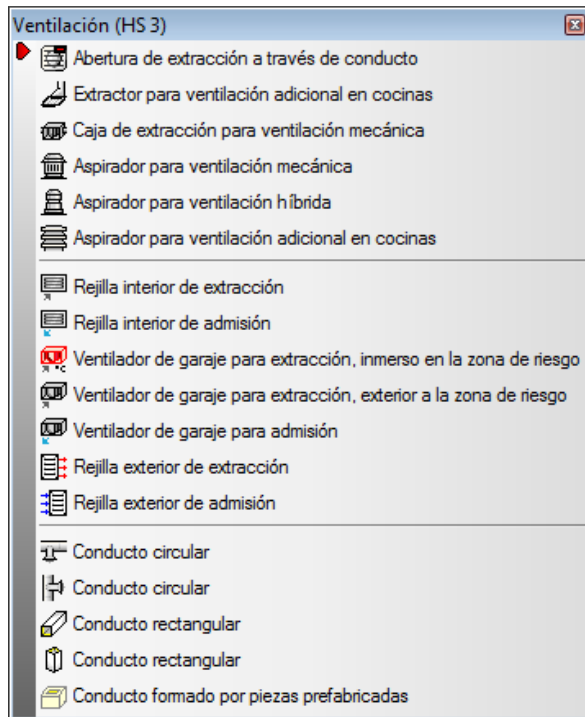


Fig.6.44. Funciones ventilación (HS 3).


06.9.1. Ventilación de las viviendas.

La ventilación general de las viviendas se realizará mediante un sistema de ventilación híbrido, formado por:

- Aberturas de extracción.
- Conductos de extracción.
- Aspiradores híbridos.

Y para la eliminación de humos generados en las cocinas se utilizará un sistema de extracción adicional, compuesto por:

- Extractores para ventilación adicional (campanas de extracción).
- Conductos de extracción.
- Aspiradores para ventilación adicional.

El primer paso para crear el sistema general de ventilación es la introducción de las aberturas de extracción en el interior de los cuartos húmedos (cuartos de baños y cocinas). Para ello, se utiliza la función  Abertura de extracción a través de conducto (Fig.6.45).

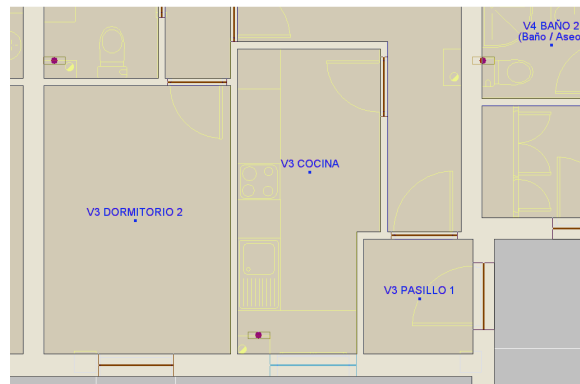




Fig.6.45. Generación aberturas de extracción a través de conductos.

A continuación, introducimos los conductos verticales mediante la función  Conducto circular. Únicamente hay que generarlos en una planta, ya que estos conductos recorren virtualmente todo el edificio.

Una vez creadas las aberturas de extracción y los conductos verticales, se conectan ambos elementos a través de un conducto horizontal circular  (Fig.6.46).

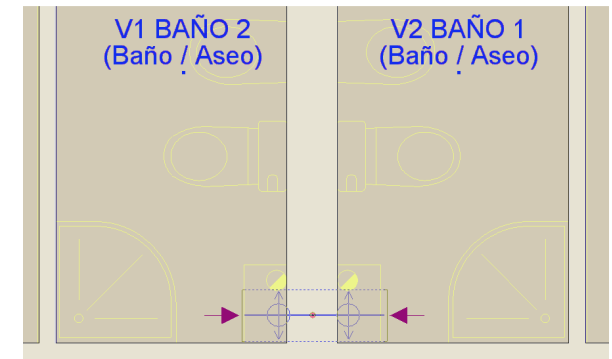



Fig.6.46. Conexión aberturas de extracción con conductos verticales.

Una cuestión a tener en cuenta es que en la ventilación híbrida no pueden existir tramos horizontales. Pero el programa nos permite crear conductos horizontales no superiores a 0,5 m para poder unir las aberturas de extracción con los conductos verticales.

Para finalizar con el sistema general, se introducen en la cubierta los aspiradores para ventilación híbrida  (Fig.6.47).

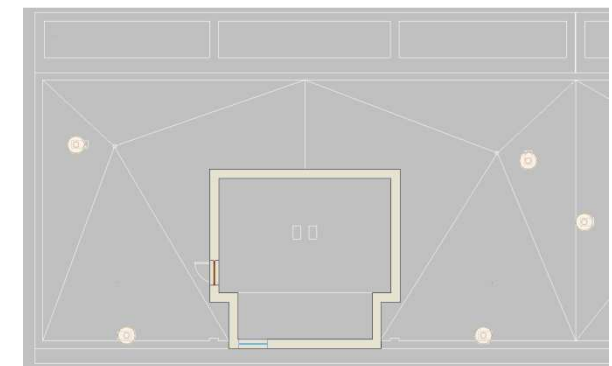


Fig.6.47. Introducción aspiradores híbridos.

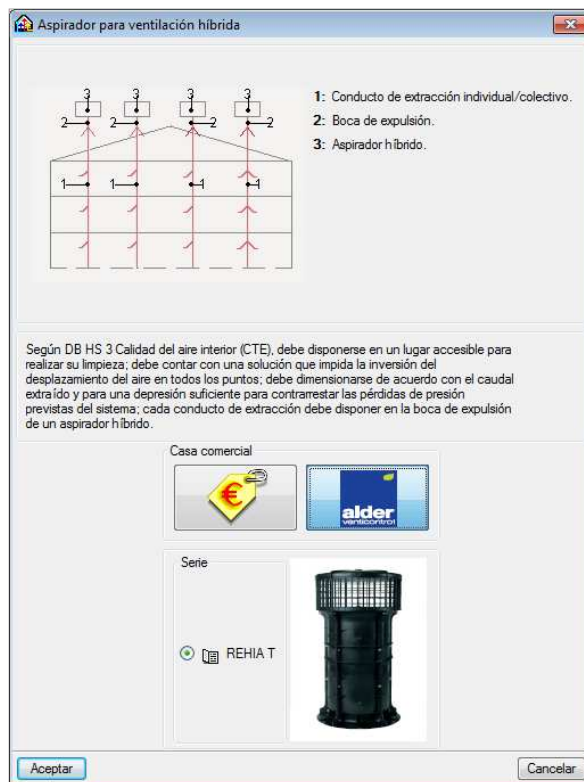



Fig.6.48. Selección del tipo de aspirador híbrido.

El siguiente paso es la creación del sistema adicional en cocinas.

En primer lugar, se sitúan en las cocinas, sobre las vitrocerámicas, los extractores para la ventilación adicional  (Fig.6.49).

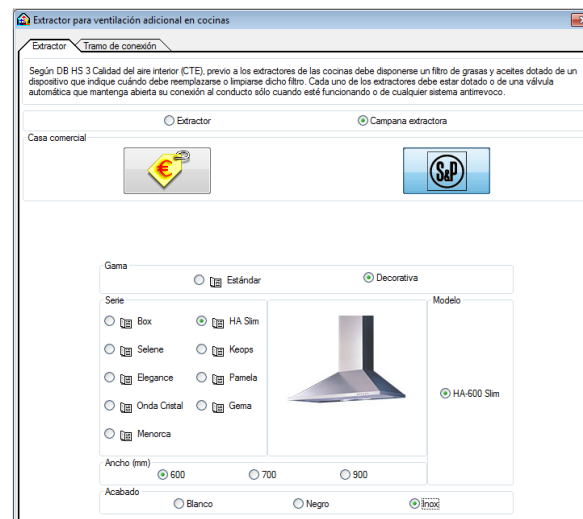


Fig.6.49. Selección del tipo de extractor para ventilación adicional en cocinas.

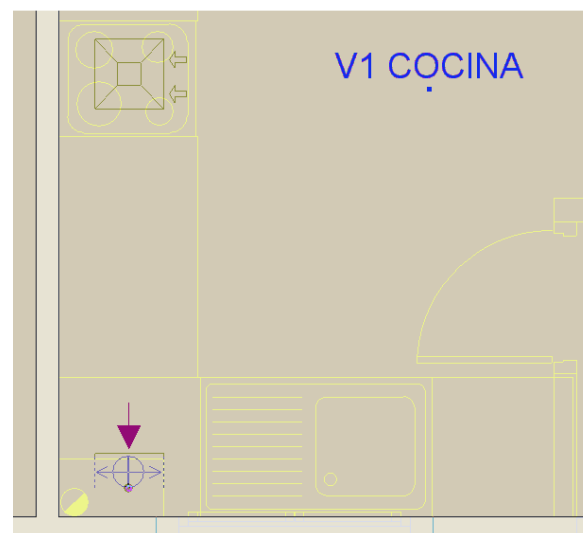




Fig.6.50. Creación extractores ventilación adicional en cocinas.

A continuación, se introducen los conductos verticales con forma circular  y se conectan a los extractores mediante conductos horizontales de sección circular  (estos conductos pueden ser rígidos o flexibles) (Fig.6.51).

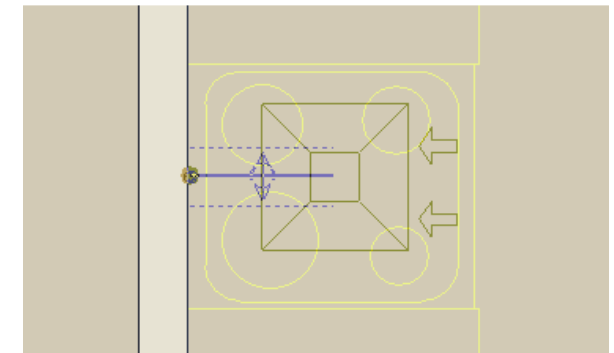


Fig.6.51. Conexión extractor adicional en cocinas con conducto vertical.


Por último, se introducen en la cubierta los aspiradores  para ventilación adicional en cocinas (Fig.6.52).



Fig.6.52. Introducción aspiradores ventilación adicional.

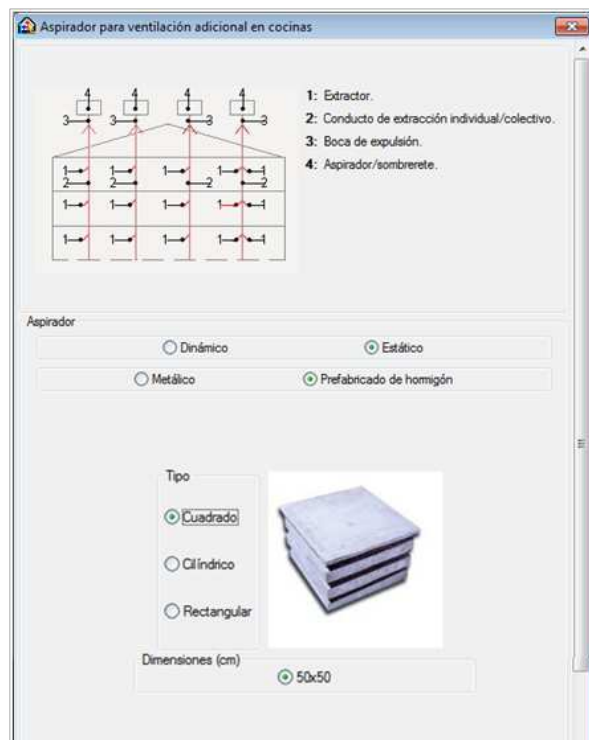


Fig.6.53. Selección del tipo de aspirador ventilación adicional en cocinas.

06.9.2. Ventilación garaje.

Para la ventilación del garaje, se creará un sistema mecánico tanto para la extracción como la admisión de aire.

Este sistema estará formado por:

- Conductos de extracción y admisión
- Rejillas interiores de admisión y extracción.

- Varios ventiladores para la extracción y uno para la admisión.
- Rejillas exteriores de extracción

En primer lugar, se introducen los conductos horizontales de sección rectangular, tanto de extracción como de admisión (Fig.6.54).



Fig.6.54. Creación de conductos horizontales de admisión y extracción en garaje.

A continuación, se colocan las rejillas interiores de admisión y de extracción; de manera que se encuentren separadas entre sí 2 m (Fig.6.55).

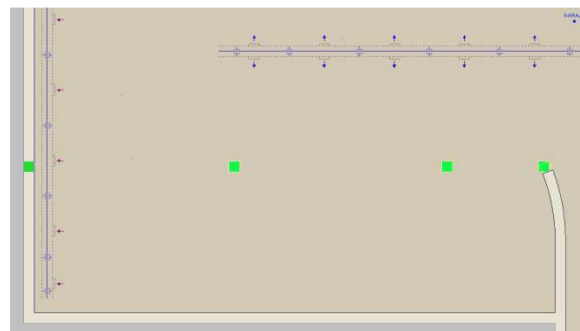


Fig.6.55. Colocación rejillas en garaje.

El paso siguiente consiste en introducir los ventiladores de extracción inmersos en la zona de riesgo (Fig.6.56) y el ventilador de admisión (Fig.6.57).

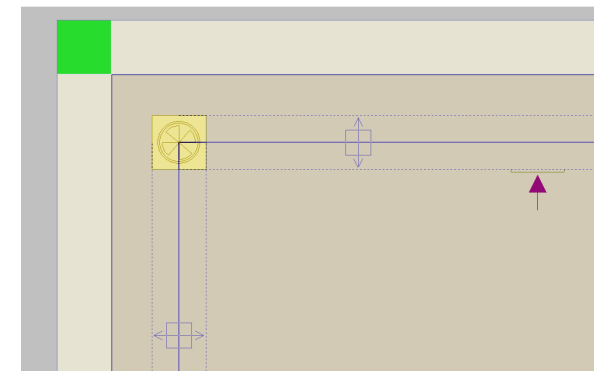


Fig.6.56. Introducción ventilador de extracción inmerso en la zona de riesgo.

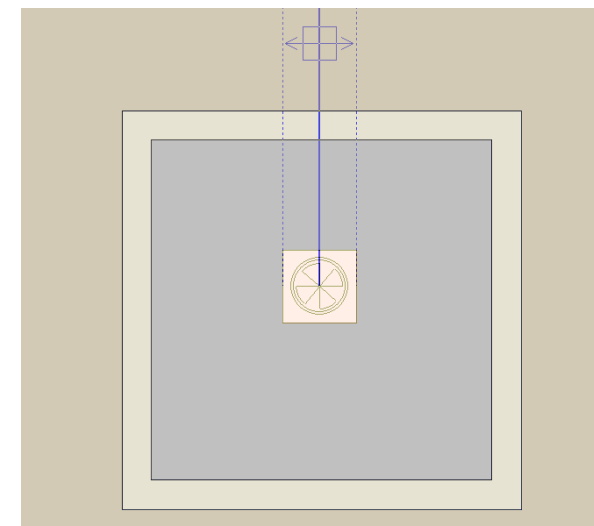


Fig.6.57. Introducción ventilador de admisión.

Una vez introducidos todos los elementos de la instalación de ventilación, se realizan los cálculos de dicha instalación (Figuras 6.59 y 6.61) y se obtienen los siguientes listados:

-
- Diagrama de ventilación mecánica para un apartamento. Se muestran tres habitaciones: V1 PASILLO, V1 PASILLO 1 y V1 DORMITORIO_2. Hay extractores en las cocinas de V1 PASILLO y V1 PASILLO 1, y un extractor adicional en la cocina de V1 DORMITORIO_2. Se indican caudales de ventilación: 50 l/s para el extractor principal y 50 l/s para el extractor adicional. Se muestra la campana extractora modelo Onda Cristal-950/540.

A 3D wireframe model of a multi-story building structure. The model shows a rectangular footprint with a central core. The structure is composed of a grid of columns (represented by blue vertical lines) and beams (represented by yellow horizontal lines). The floor slabs are shown as a series of horizontal planes. The base of the structure is a solid brown rectangular block. The overall design is symmetrical and modular.

The figure shows a complex floor plan with numerous rooms and corridors. Key features include:

- Korridor**: Multiple corridors throughout the plan.
- Tür**: Numerous doors indicated by small black rectangles.
- Büro**: Office spaces, some labeled with numbers like "Büro 10".
- Sauna**: A central sauna area.
- Wohnung**: Residential units, some labeled with numbers like "Wohnung 10".
- Garage**: A garage area at the bottom right.
- Dimensions**: Various numerical dimensions are scattered across the plan, indicating room sizes and distances.
- Green Squares**: Several green squares are placed throughout the plan, likely representing specific measurement points or structural elements.

[illegible]

66

Cálculos

2.- CÁLCULOS

2.1.- Bases de cálculo

2.1.1.- Caudales de ventilación mínimos
El caudal de ventilación mínimo para los distintos tipos de local se obtiene considerando los criterios de ocupación del apartado 2 y aplicando la tabla 2.1 (CTE DB HS 3).

Caudales de ventilación mínimos caudales	
	Caudal de ventilación mínimo caudal "m³/h"
Por ocupante (por superficie del local) (en función de otros parámetros)	
Reservorios	5
Salas de estar y comedores	10
Antes y cuartos de baño	15 por local
Cocinas	2
Trasteros y otros cuartos comunes	10 por local (1)
Aparcamientos y garajes	100 por planta (2)
Almacenes de residuos	10

(1) Para el caso de viviendas se aplicará el valor de 10 m³/h por local.
(2) El valor de 100 m³/h se aplicará para la ventilación mecánica de aire.
Para la extracción mecánica se considerará un caudal de 120 m³/h por planta (según DB-SI 2.2.2).

2.1.2.- Redes de conductos en garaje
El número de redes de conductos de extracción se obtiene, en función del número de plazas del aparcamiento, aplicando la tabla 2.1 (CTE DB HS 3).

Nº de plazas	Nº de redes
0 - 15	1
16 - 30	2
31 - 45	3
46 - 60	4
61 - 75	5
76 - 90	6
91 - 105	7
106 - 120	8
121 - 135	9
136 - 150	10
151 - 165	11
166 - 180	12
181 - 195	13
196 - 210	14
211 - 225	15
226 - 240	16
241 - 255	17
256 - 270	18
271 - 285	19
286 - 300	20

2.1.3.- Aberturas de ventilación
El área efectiva total mínima de las aberturas de ventilación de cada local se la mayor de las obtenidas mediante las fórmulas siguientes, según la tabla 4.1 (CTE DB HS 3).

Calcular

Fig.6.64. Proyecto de instalación para calidad del aire interior.

07. Estudio de la demanda energética del edificio.

07.1. Consideraciones previas.

Se estima que el 40% del consumo total de energía en Europa se debe a sus 160 millones de edificios (1). En aras de reducir este elevado consumo energético y las emisiones de CO₂ generadas en su producción y, por consiguiente, minimizar el impacto económico y medioambiental de la edificación surge la Directiva europea 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios. La transposición de esta directiva a la normativa española se ve reflejada en el Código Técnico de la Edificación - CTE, en el que se establecen las exigencias mínimas de ahorro de energía que deben cumplir los edificios, y en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

El CTE define en su Artículo 15 la exigencia básica de ahorro de energía (HE). El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Concretamente, la exigencia básica “HE 1: Limitación de demanda energética” establece que los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética

necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

07.2. Objetivo.

El presente capítulo busca la integración del aspecto de ahorro energético en el desarrollo de un proyecto mediante tecnología BIM.

Se pretende verificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética exigida por el Documento Básico HE 1 (DB HE 1) homónimo, partiendo del edificio definido virtualmente mediante el programa ALLPLAN y establecer una metodología que permita comprobar dicho cumplimiento mediante programas informáticos capaces de importar la maqueta virtual construida en ALLPLAN.

07.3. Procedimiento de trabajo.

El procedimiento de trabajo seguido, tras recabar la información necesaria sobre la normativa vigente en materia de eficiencia energética y las herramientas informáticas disponibles para su estudio, se estructura en las siguientes seis etapas:

- Elección del procedimiento de verificación.
- Preparación de programas informáticos.
- Cálculo y dimensionado por la opción simplificada.
- Cálculo y dimensionado por la opción general.
- Discusión de resultados.
- Extracción de conclusiones y formulación de futuras líneas de investigación.

07.4. Elección del procedimiento de verificación.

Para verificar el cumplimiento de la limitación de demanda energética exigida por el CTE existen diversos procedimientos, siendo, por consiguiente, la primera tarea que ha de ser abordada la elección del procedimiento que mejor se adapte a las características del edificio y a nuestra forma de trabajo.

En la Fig. 7.01. se recogen todos los procedimientos posibles.

Requisitos mínimos		Procedimientos detallados		Procedimiento simplificado propuesto
		Procedimiento de referencia	Procedimientos alternativos	
	<i>Demanda de calefacción y refrigeración</i>	LIDER	Programas alternativos a LIDER	Cumplimiento de valores límite de parámetros característicos de CTE-HE1
	<i>Rendimiento de instalaciones térmicas</i>	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2
	<i>Contribución solar mínima de ACS</i>	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4

Fig. 7.01. Procedimientos para justificar el cumplimiento de la exigencia básica HE

Cabe destacar que para el estudio de la demanda energética existen dos clases de procedimientos: los procedimientos generales detallados de carácter prestacional y los procedimientos simplificados de carácter prescriptivo.

Los procedimientos detallados, basados en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante su comparación con la correspondiente a un edificio de referencia, pasan por el empleo de herramientas informáticas tales como el LIDER, considerado Documento Reconocido del CTE, o programas equivalentes.

Por su parte, los procedimientos simplificados, basados en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros térmicos característicos de sus cerramientos, precisan el cumplimiento de las condiciones exigidas para su aplicación. De este modo, para saber si podemos optar por la opción simplificada es imprescindible comprobar si nuestro edificio cumple las condiciones exigidas por el CTE. Así, la aplicación de la opción simplificada en el estudio de la limitación de demanda energética obliga a que se cumpla simultáneamente que el porcentaje de huecos de cada fachada sea inferior al 60% de su superficie y el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta, así como exige soluciones constructivas convencionales en toda la envolvente de la edificación.

El edificio de nuestro estudio, Manuel de Falla, cumple sobradamente la primera condición tal y como recoge la Fig. 7.02. Al no disponer de lucernarios y presentar soluciones constructivas convencionales en todos sus cerramientos, el edificio cumple el resto de condiciones exigidas

por el DB HE 1 para la aplicación del procedimiento simplificado de comprobación de la limitación de demanda energética.

Orientación de la fachada	Área de huecos	Área de muros	Porcentaje de huecos respecto a muros
Norte	4.68	289.88	1,61%
Este	6.24	261.78	2,38%
Sur	27.34	297.40	9,19%
Oeste	19.50	286.42	6,81%

Fig. 7.02. Porcentaje de huecos según fachada

Finalmente, se ha optado por estudiar la demanda energética del edificio mediante ambas opciones, la opción simplificada y la opción general, para así poder comparar los resultados obtenidos por uno y otro procedimiento.

07.5. Programas informáticos.

Los programas utilizados en el estudio energético son, por un lado, ALLPLAN para la definición de la maqueta virtual y, por el otro, CYPE Instalaciones del edificio y LIDER para el cálculo de la demanda energética del edificio.

CYPE Instalaciones del edificio, empleado también para el cálculo de las instalaciones, permite verificar el cumplimiento de la limitación de demanda energética mediante la opción simplificada. Dada la versatilidad de esta herramienta y las posibilidades de integración de las diferentes facetas del edificio objeto de estudio se ha elegido dicho programa para el desarrollo del análisis energético. A su vez,

CYPE Instalaciones permite exportar la maqueta 3D del edificio al programa LIDER, utilidad que posibilitará comprobar adicionalmente el cumplimiento de la limitación de demanda energética del edificio por la opción general y comparar los resultados obtenidos en ambas opciones.

CYPE es un software comercial para el cual es necesario disponer de licencia para su utilización. Adicionalmente, también existen versiones gratuitas a disposición de todos los usuarios interesados, como la versión After Hours, que permite su utilización durante un periodo horario concreto. Al no tener licencias, se ha optado por esta versión de libre distribución.

Por su parte, el programa LIDER es una aplicación de uso libre, a disposición de los usuarios para su descarga en la Web del CTE como podemos observar en la Fig. 7.03.



Fig. 7.03. Web del CTE

07.6. Importación de la maqueta virtual a CYPE Instalaciones del edificio (archivo IFC)

Una vez instalados los programas, se procede a la importación en CYPE Instalaciones del edificio del archivo IFC creado en el apartado 3.3 (Exportación de la geometría de la maqueta virtual a formato IFC).

Dentro de Cype Instalaciones del edificio, se crea un nuevo proyecto con el nombre de Manuel de Falla (Fig. 7.04.). A continuación el programa ofrece dos opciones, obra vacía (utilizando plantillas de Autocad) o importación de modelos CAD/BIM (mediante un archivo IFC). En nuestro caso, se elige la segunda opción y se selecciona el archivo IFC creado con anterioridad en ALLPLAN (Fig. 7.05.).

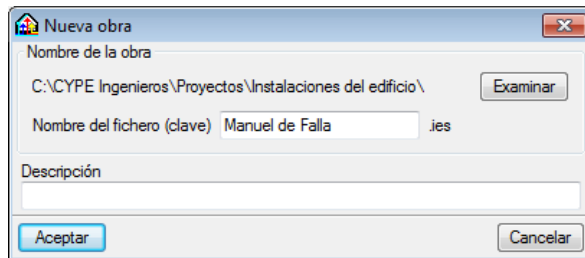


Fig. 7.04. Creación de una nueva obra en CYPE Instalaciones del edificio

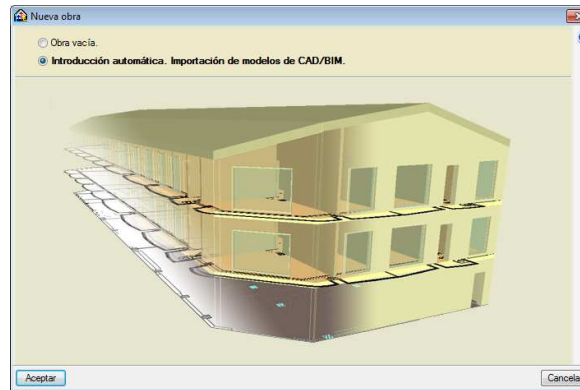


Fig. 7.05. Importación de modelos CAD/BIM a través de archivos IFC

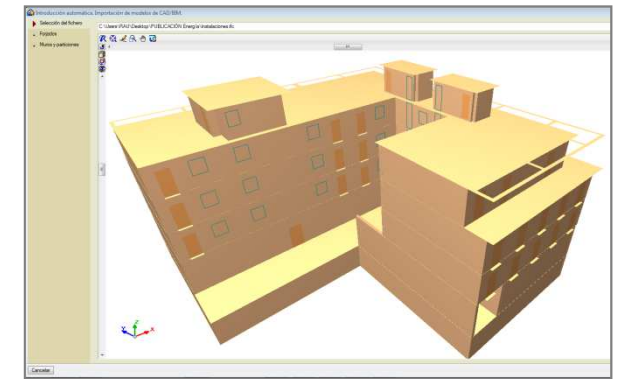


Fig. 7.06. Contenido archivo IFC

A partir de aquí, hay que seguir un proceso de introducción de datos requerido por el programa.

En primer lugar, se incorporan las características de los siguientes elementos constructivos:

- *Forjados: solera, forjado entre pisos, azotea y tejado* (Fig. 7.06., 7.07., 7.08. y 7.09.).
- *Muros y particiones: muro de sótano, cerramiento (fachada o medianería) y tabiquería* (Fig. 7.10., 7.11. y 7.12.).

En cuanto a los forjados, en este proceso de introducción, se definirá únicamente la parte estructural; las restantes capas se incorporarán posteriormente con la orden Recinto. Excepcionalmente, el forjado de cubierta será modificado añadiéndole a la parte estructural del forjado sus capas correspondientes.

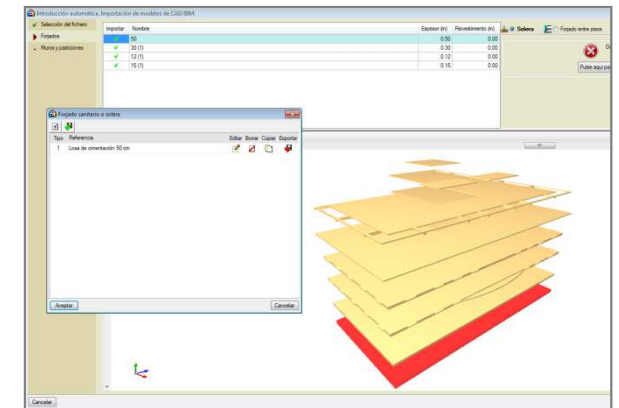


Fig. 7.07. Losa de cimentación definida como solera

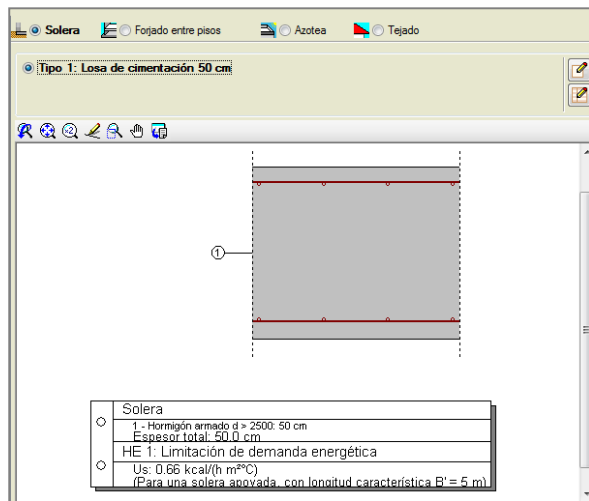


Fig. 7.08. Definición losa de cimentación

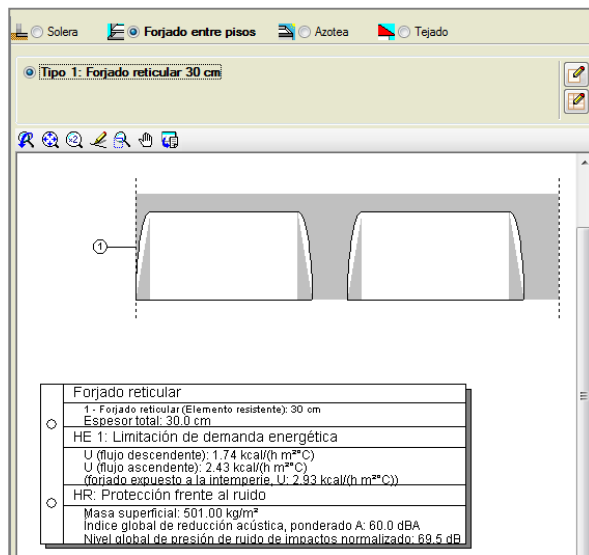


Fig. 7.09. Definición forjado entre pisos

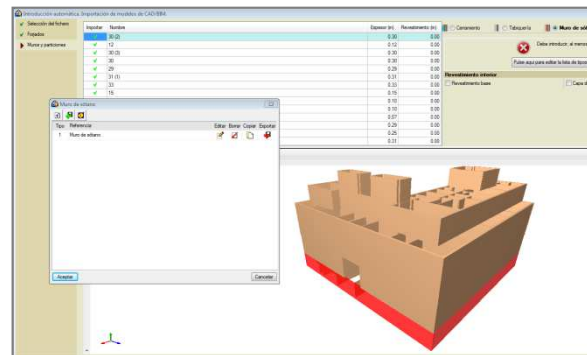


Fig. 7.10. Muro de sótano

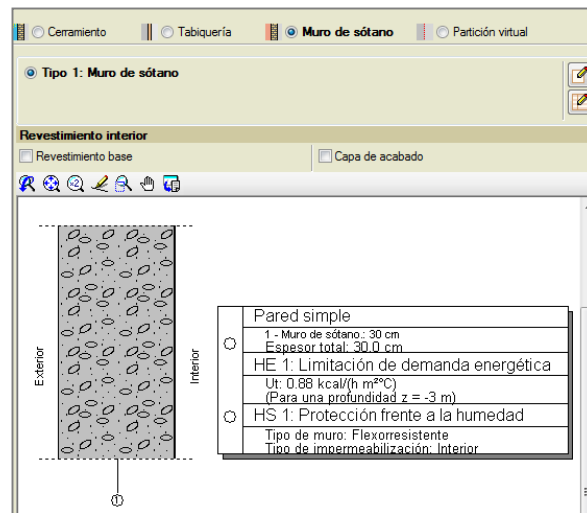


Fig. 7.11. Definición muro de sótano

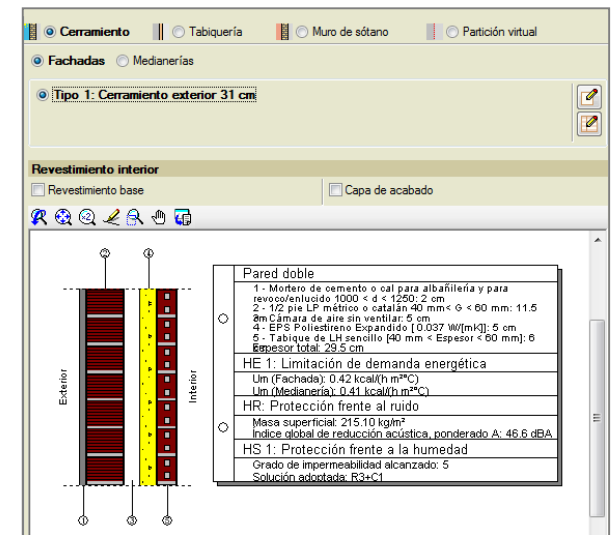


Fig. 7.12. Definición cerramiento de fachada

A continuación, se incorporan los datos generales de la obra (Fig. 7.13.).

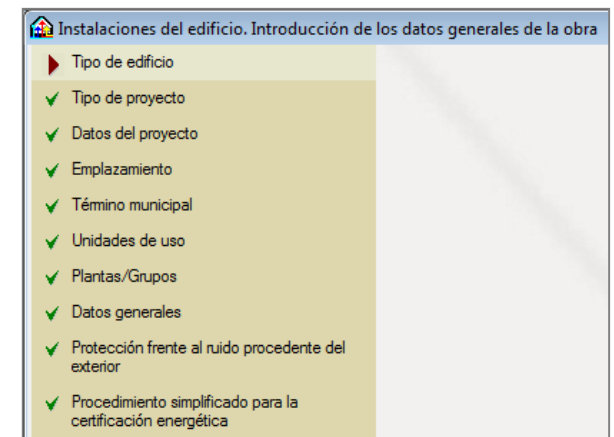


Fig. 7.13. Introducción datos generales de la obra

- **Tipo de edificio.** El edificio Manuel de Falla es plurifamiliar (Fig. 7.14.).



Fig. 7.14. Tipo de edificio

- **Tipo de proyecto.** Se elige como proyecto, Aislamiento, por ser éste en el que se realizan los cálculos energéticos para el cumplimiento de la limitación de demanda energética (Fig. 7.15.).



Fig. 7.15. Tipo de proyecto

- **Datos de proyecto.** En este apartado se pueden incluir los datos (nombre y situación del edificio, plano de situación, nombre del proyecto, nombre del proyectista, etc.) que nos interese que aparezcan luego en las memorias de cálculo (Fig. 7.16.).

Fig. 7.16. Datos del proyecto

- **Emplazamiento.** El edificio se construirá en la provincia de Córdoba (Andalucía). Como base de datos para las mediciones se selecciona el Generador de precios (Fig. 7.17.).
- **Término municipal.** La parcela donde irá enclavado nuestro edificio está situada en el término municipal de Palma del Río (Fig. 7.18.).
- **Unidades de uso.** El edificio posee cinco tipos de espacios diferentes dentro de las viviendas: dormitorios dobles, dormitorios sencillos, baños, aseos y cocina integrada en el salón).

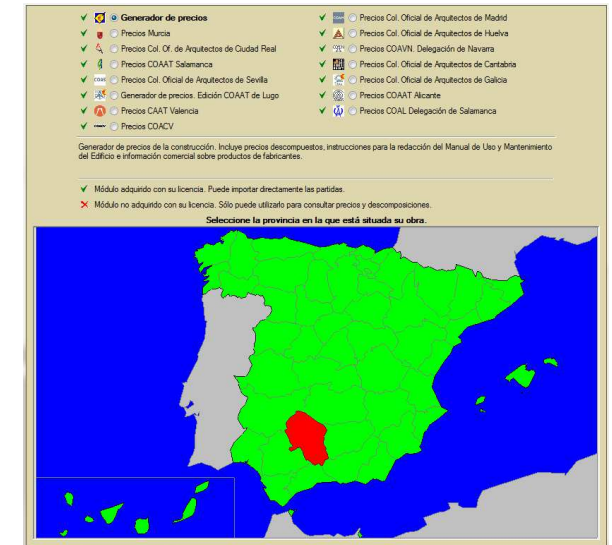


Fig. 7.17. Emplazamiento del edificio

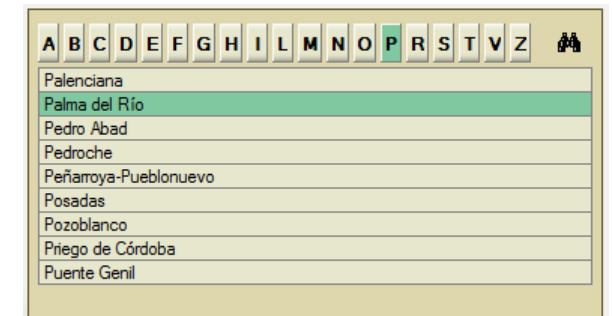


Fig. 7.18. Termino municipal

- **Planta/Grupos.** Las plantas y grupos del edificio aparecen perfectamente definidas gracias a la información contenida en el archivo IFC (Fig. 7.20.).

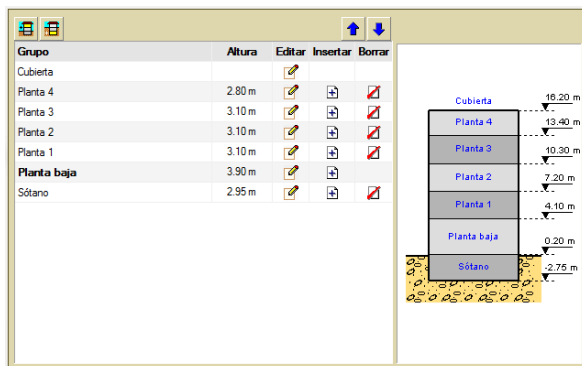


Fig. 7.20. Plantas y grupos del edificio

- **Datos generales.** Se dejan marcadas las opciones que aparecen por defecto, aunque en este estudio únicamente vamos a verificar el cumplimiento del CTE DB-HE1 Limitación de demanda energética (Fig. 7.21.).

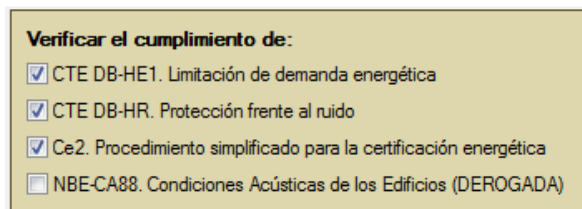


Fig. 7.21. Datos generales

- **Protección frente al ruido procedente del exterior y procedimiento simplificado para la certificación energética.** Estos dos apartados no nos interesan ya que no vamos a comprobar el cumplimiento del CTE DB-HR Protección frente al ruido, ni el procedimiento simplificado para la certificación energética.

Para finalizar el proceso, se introducen las plantillas de dibujo (Fig. 7.22.). Se pueden utilizar las generadas a partir del archivo IFC, pero es más conveniente utilizar unas plantillas en formato DWG o DXF. Así pues, desde ALLPLAN se exportan a Autocad las plantillas que se vayan a utilizar. La razón principal es que las generadas desde el archivo IFC son más complejas y utilizan muchas más líneas que las de Autocad. Por ejemplo, los sanitarios 3D de ALLPLAN generan una gran cantidad de líneas 2D, ralentizando el programa Cype Instalaciones del edificio cuando éstas están activas.

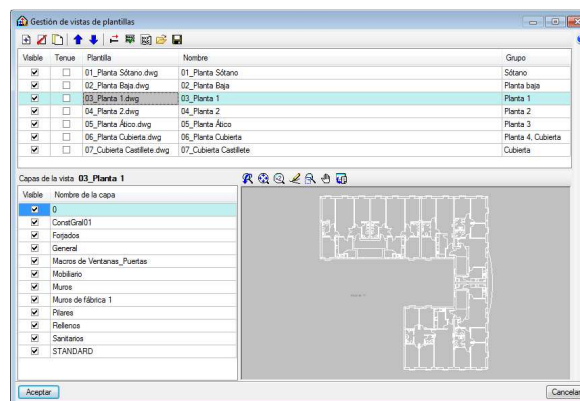


Fig. 7.22. Selección de plantillas DWG o DXF

Una vez terminado la importación del archivo IFC, se puede observar los elementos geométricos introducidos con la función Vista 3D (Fig. 7.23.).

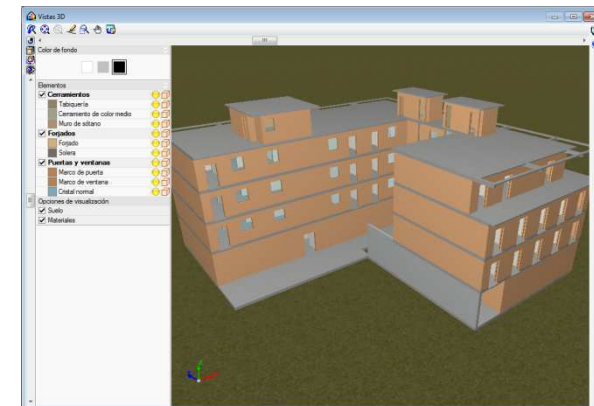


Fig. 7.23. Vista 3D de la maqueta virtual

07.7. Cálculo y dimensionado por la opción simplificada.

La opción simplificada busca limitar la demanda energética de los edificios, estableciendo valores límite de transmitancia térmica para los diferentes componentes de su envolvente, así como limitando la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos. A su vez, limita las infiltraciones de aire en huecos y lucernarios, y en edificios de vivienda, limita también la transmisión de calor entre unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.

En el procedimiento simplificado de cálculo, se abordan las siguientes etapas de trabajo:

- Identificación de zona climática:

El edificio se encuentra en Palma del Río, localidad cordobesa ubicada a 59 metros sobre el nivel del mar. En el Apéndice D del DB HE 1 se relacionan las zonas climáticas de todas las capitales de provincia españolas. A partir de esta

información, conocido el desnivel de altitud existente entre la capital y la localidad objeto de estudio, se deduce su correspondiente zona climática. En el caso que nos ocupa, Córdoba se encuentra a 113 metros sobre el nivel del mar, siendo la diferencia de altitud con la localidad de Palma del Río de - 54 metros; por situarse a una cota inferior a la de su capital de provincia, la zona climática de Palma del Río es igual a la de Córdoba, la zona climática B4.

El programa CYPE Instalaciones del edificio calcula automáticamente la zona climática en la que se encuentra el edificio al introducir en los datos generales la información sobre el emplazamiento del mismo. En cambio, en el programa LIDER hay que identificar la zona climática tal y como se ha explicado en el párrafo anterior e introducir en la aplicación informática el resultado obtenido.

- Clasificación de los espacios:

Según el DB HE 1, los espacios interiores del edificio se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables. Los espacios habitables están formados por uno o varios recintos interiores contiguos habitables, destinados al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Todos los espacios habitables son de baja carga interna, es decir, se consideran espacios en los que se disipa poco calor, por tratarse de un edificio de viviendas. Por otro lado, los espacios no habitables agrupan recintos interiores contiguos no habitables, que sólo requieren unas condiciones de salubridad adecuadas al no estar destinados al uso permanente de personas.



Fig. 7.24. Recintos según tipo de edificio

En CYPE Instalaciones del edificio la definición de espacios habitables y no habitables se realiza a través de la definición de recintos. El programa identifica los volúmenes que están cerrados y es necesario definir qué tipo de recinto son (Fig. 7.24.) y qué características tienen sus suelos, paredes y techos.

Es conveniente recordar que en CYPE Instalaciones del edificio a la hora de definir el elemento constructivo “forjado entre pisos” sólo es necesario introducir la parte estructural, puesto que el resto de elementos integrantes de su solución constructiva, tales como capa de regularización, mortero de agarre, aislamiento, solería o revestimiento de techo, se introducen a la hora de definir los recintos y no antes.

Excepcionalmente, la definición del elemento constructivo “forjado de cubierta” requiere la introducción de todas sus capas constituyentes al no existir un recinto superior que permita la identificación de sus materiales de acabado.

La definición de los recintos precisa la descripción detallada de las soluciones constructivas adoptadas en la envolvente del edificio.

Así, por ejemplo, en las viviendas se ha elegido un suelo de piedra de 3 cm de espesor colocado sobre una capa de mortero de cemento de 1 cm. Bajo esta capa de mortero se dispone el material aislante constituido por una manta de lana mineral que varía de espesor según su situación dentro del edificio. A su vez, dicho aislante está colocado encima de una capa de mortero de cemento de regularización de 2 cm. Finalmente, los techos de placas de escayola de 15 mm se encuentran suspendidos 30 cm bajo el forjado.

En planta baja se disponen locales comerciales que, en un principio, estarán vacíos y posteriormente serán utilizados. Pese a que en un futuro el forjado que separa la planta baja de la primera no formará parte de la envolvente térmica, se ha decidido tratarlo como si formara parte de la misma por ser esta la opción más desfavorable al implicar la colocación de un aislamiento mayor. Para ello, los locales de planta baja son definidos en CYPE como “locales comerciales vacíos”.

Por otro lado, en el forjado de planta sótano a baja se coloca un aislamiento igual al de su forjado superior, de manera que cuando los locales estén en uso, se sigan cumpliendo los requerimientos de demanda energética.

- Definición de la envolvente térmica del edificio y cálculo de sus parámetros característicos:

La envolvente térmica del edificio está formada por los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior

(fachadas, medianerías, cubiertas y suelos de planta sótano) y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior (suelos de planta primera y planta baja y particiones separadoras entre viviendas y zonas comunes).

A partir de la introducción de las soluciones constructivas de la envolvente térmica, los programas informáticos, CYPE y LIDER, calculan sus correspondientes parámetros higrotérmicos (transmitancia U y factor solar F de los acristalamientos).

Una vez introducidos todos los datos de la envolvente y de los recintos del edificio en CYPE Instalaciones, se procede al cálculo de la opción simplificada y a la posterior obtención de los documentos justificativos (Fig. 7.25.).

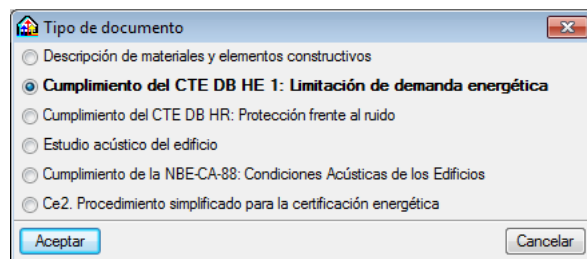


Fig. 7.25. Documentos justificativos en CYPE Instalaciones del edificio

En la mayoría de los casos el edificio no cumplirá la opción simplificada a la primera, siendo necesario modificar las características constructivas de la envolvente térmica y recalcular el edificio de manera que no se superen los valores límite de transmitancia térmica U, así como de factor solar modificado F de los huecos, estipulados en el DB HE 1. En nuestro caso, tras un primer cálculo con errores

se han introducido las siguientes mejoras: se ha modificado el espesor del aislamiento en forjados, estableciendo un espesor mayor en forjados de planta baja, primera y ático, así como en las cubiertas en contacto con espacios habitables hasta dar cumplimiento a los valores límite exigidos. Así, por ejemplo, en las cubiertas pertenecientes a la envolvente térmica partimos de un aislamiento de poliestireno extruido de 2 cm de espesor y una conductividad térmica λ de 0.045 W/mK para colocar finalmente un aislamiento del mismo tipo pero con un espesor de 5 cm y una conductividad térmica λ de 0.034 W/mK. En cuanto al aislamiento de forjados en contacto con el exterior nos encontramos con la misma situación, y el espesor de su aislamiento se ha aumentado de 2 cm a 5 cm. En cuanto a fachadas y medianeras, la solución constructiva ha permanecido intacta.

A continuación, se describen la composición y las principales características higrotérmicas de las soluciones definitivas diseñadas para la envolvente.

Las fachadas del edificio (Fig. 7.26.) tienen un espesor de 31.0 cm y están formadas por:

- 1 - Mortero de cemento de 2.0 cm.
- 2 - Citara de ladrillo perforado de 11.5 cm.
- 3 - Cámara de aire sin ventilar de 5.0 cm.
- 4 - Aislamiento EPS de 5.0 cm y conductividad térmica, λ , de 0.037 W/mK.
- 5 - Tabique de ladrillo hueco sencillo de 6.0 cm.
- 6 - Enlucido de yeso de 1.5 cm.

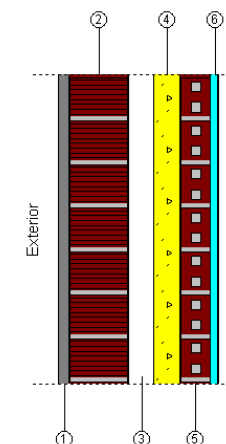


Fig. 7.26. Solución de fachada

La principal característica higrotérmica de las fachadas es su transmitancia, U_m , de 0.49 W/m²K.

Las medianeras (Fig. 7.27.) tienen un espesor de 32.5 cm y están formadas por:

- 1 - Citara de ladrillo perforado de 11.5 cm.
- 2 - Cámara de aire sin ventilar de 5.0 cm.
- 3 - Aislamiento EPS de 3.0 cm y conductividad térmica, λ , de 0.037 W/mK.
- 4 - Citara de ladrillo perforado de 11.5 cm.
- 5 - Enlucido de yeso de 1.5 cm.

La principal característica higrotérmica de las medianeras es su transmitancia, U_m , de 0.61 W/m²K.

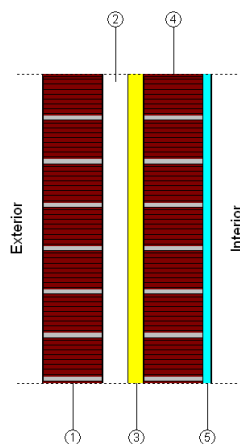


Fig. 7.27. Solución de medianería

Las particiones separadoras entre viviendas y zonas comunes del edificio (Fig. 7.28.) tienen un espesor de 29.0 cm y están formadas por:

- 1 - Enlucido de yeso de 2 cm.
- 2 - Citara de ladrillo perforado de 11.5 cm.
- 3 - Aislamiento EPS de 2.0 cm y conductividad térmica, λ , de 0.037 W/mK.
- 4 - Citara de ladrillo perforado de 11.5 cm.
- 5 - Enlucido de yeso de 2 cm.

La principal característica higrotérmica de las particiones separadoras entre viviendas y zonas comunes es su transmitancia, U_m , de 0.83 W/m²K.

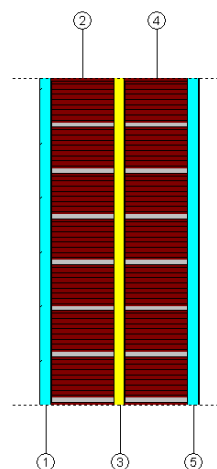


Fig. 7.28. Solución de partición separadora entre viviendas y zonas comunes

Las cubiertas del edificio (Fig. 7.29.) son cubiertas planas transitables invertidas de 47.6 cm de espesor, a excepción de las situadas sobre baños, y están formadas por:

- 1 - Baldosa cerámica de 2.0 cm.
- 2 - Mortero de cemento de 3.0 cm.
- 3 - Subcapa fieltro de 0.1 cm.
- 4 - Aislamiento XPS con hidrofluorcarbonos HFC de 5.0 cm y conductividad térmica, λ , de 0.025 W/mK.
- 5 - Betún fieltro o lámina de 1.0 cm.
- 6 - Hormigón celular curado en autoclave de mínimo 4.0 cm.
- 7 - Forjado reticular de 30.0 cm.
- 8 - Enlucido de yeso de 1.5 cm.

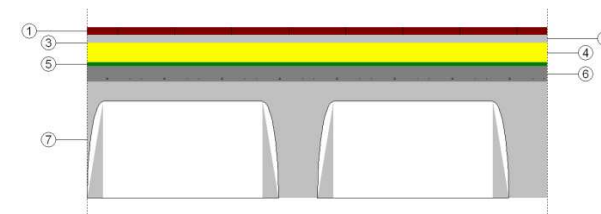


Fig. 7.29. Solución de cubierta

La principal característica higrotérmica de las cubiertas es su transmitancia, U_m , de 0.38 W/m²K.

Las cubiertas del edificio sobre baños (Fig. 7.30.) son cubiertas planas transitables invertidas de 77.6 cm de espesor (incluyendo falso techo) y están formadas por:

- 1 - Baldosa cerámica de 2.0 cm.
- 2 - Mortero de cemento de 3.0 cm.
- 3 - Subcapa fieltro de 0.1 cm.
- 4 - Aislamiento XPS con hidrofluorcarbonos HFC de 5.0 cm y conductividad térmica, λ , de 0.025 W/mK.
- 5 - Betún fieltro o lámina de 1.0 cm.
- 6 - Hormigón celular curado en autoclave de espesor mínimo 4.0 cm.
- 7 - Forjado reticular de 30.0 cm.
- 8 - Cámara de aire sin ventilar de 30.0 cm.
- 9 - Placa de escayola de 1.5 cm.



Fig. 7.30. Solución de cubierta sobre baños

La principal característica higrotérmica de las cubiertas es su transmitancia, U_m , de 0.35 W/m²K.

Los suelos de planta baja, primera y ático del edificio (Fig. 7.31.) tienen un espesor de 42.5 cm y están formados por:

- 1 - Baldosa de mármol de 2.0 cm.
- 2 - Mortero de cemento de 1.0 cm.
- 3 - Aislamiento XPS con hidrofluorcarbonos HFC de 3.0 cm y conductividad térmica, λ , de 0.034 W/mK.
- 4 - Mortero de regularización de 2.0 cm.
- 5 - Forjado reticular de 30.0 cm.
- 6 - Enlucido de yeso de 1.5 cm.

La principal característica higrotérmica de los suelos de planta baja y planta primera es su transmitancia, U_m , de 0.55 W/m²K.

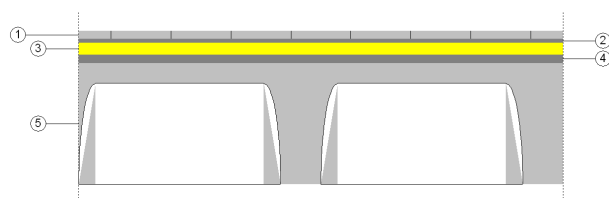


Fig. 7.31. Solución de suelo

Los huecos están formados por carpinterías metálicas con rotura de puente térmico, con acristalamiento doble del tipo 6/6/6 mm. Su permeabilidad al aire es de clase 2. La transmitancia térmica del marco es de 4.00 W/m²K, mientras que la del vidrio es de 3.40 W/m²K. El factor solar modificado oscila entre 0.42 y 0.64 en función del tamaño de la ventana.

- Realización de las comprobaciones del cumplimiento de las exigencias del DB HE 1 y obtención de sus correspondientes fichas justificativas:

- a) Comprobación de las limitaciones de permeabilidad al aire establecidas en el apartado 2.3 del DB HE 1 de las carpinterías de los huecos y lucernarios de la envolvente térmica.
- b) Comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1.
- c) Comprobación de que los parámetros característicos medios son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2.

- d) Por tratarse de un edificio de viviendas, además se requiere la comprobación de la limitación de la transmitancia térmica de las particiones interiores que separan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio, según el apartado 2.1.

- e) Finalmente, control de las condensaciones intersticiales y superficiales según el apartado 3.2.3.

A continuación se puede ver un extracto de las fichas justificativas del Apéndice H del HE 1 (Fig. 7.32. y 7.33.).

Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA B4 Zona de baja carga interna <input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>					
Muros ($U_{m,m}$) y ($U_{m,i}$)					
Tiempo	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados	
Z	Separación entre viviendas 29 cm (b = 0.94)	33.20	0.78	25.83	$\Sigma A = 289.88 \text{ m}^2$
	Cerramiento exterior 31 cm	256.68	0.49	126.64	$\Sigma A \cdot U = 152.46 \text{ W/K}$
				$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$	
U	Separación entre viviendas 29 cm (b = 0.94)	47.30	0.78	36.80	$\Sigma A = 261.78 \text{ m}^2$
	Cerramiento exterior 31 cm	214.48	0.49	105.81	$\Sigma A \cdot U = 142.61 \text{ W/K}$
				$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.54 \text{ W/m}^2\text{K}$	
O	Separación entre viviendas 29 cm (b = 0.94)	29.73	0.78	23.13	$\Sigma A = 286.42 \text{ m}^2$
	Cerramiento exterior 31 cm	94.57	0.49	46.06	$\Sigma A \cdot U = 167.95 \text{ W/K}$
	Medianera 32.5 cm	162.12	0.61	98.76	$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$
S	Cerramiento exterior 31 cm	279.98	0.49	136.36	$\Sigma A = 297.40 \text{ m}^2$
	Separación entre viviendas 29 cm (b = 0.94)	17.42	0.78	13.55	$\Sigma A \cdot U = 149.91 \text{ W/K}$
				$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$	
SE				$\Sigma A =$	
				$\Sigma A \cdot U =$	
				$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
SO				$\Sigma A =$	
				$\Sigma A \cdot U =$	
				$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
C-TER				$\Sigma A =$	
				$\Sigma A \cdot U =$	
				$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	

Fig. 7.32. Extracto de ficha de cálculo de los parámetros característicos medios

Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA B4		Zona de baja carga interna <input checked="" type="checkbox"/> Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>	
Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica		$U_{env(permitida)}$	$U_{env(1)}$
Muros de fachada		$0.49 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		$\leq 1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		$0.78 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Suelos		$0.56 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.68 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Cubiertas		$0.38 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios		$3.40 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Medianerías		$0.61 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽¹⁾		$0.90 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Muros de fachada		$U_{env(1)}$	$U_{env(2)}$
N	$0.53 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
E	$0.54 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
O	$0.59 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
S	$0.50 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
SE	$\leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
SO	$\leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Huecos		$U_{env(1)}$	$U_{env(2)}$
N	$0.53 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
E	$0.54 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
O	$0.59 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
S	$0.50 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.39 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
SE	$\leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
SO	$\leq 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Cerr. contacto terreno		$U_{env(1)}$	$U_{env(2)}$
		$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Suelos		$U_{env(1)}$	$U_{env(2)}$
		$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Cubiertas y lucernarios		$U_{env(1)}$	$U_{env(2)}$
		$0.36 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Lucernarios		$F_{env(1)}$	$F_{env(2)}$
		≤ 0.28	

Fig. 7.33. Extracto de ficha de conformidad de la demanda energética (Apéndice H del DB HE 1)

07.8. Cálculo y dimensionado por la opción general.

En la opción general el edificio se estudia de una manera directa; evaluándolo según su geometría específica, posibles obstáculos remotos que den sombra, etc. Al igual que en la opción simplificada, se busca limitar la demanda energética, así como la presencia de condensaciones en la envolvente e las infiltraciones de aire.

Una vez comprobado el cumplimiento del DB HE 1 en CYPE Instalaciones del edificio, procedemos a exportar el archivo a LIDER para verificar la opción general y poder comparar resultados (Fig. 7.34.).



Fig. 7.34. Exportación a LIDER

Al intentar exportar a LIDER nuestro edificio nos da error ya que el número de espacios y de elementos es mucho mayor al recomendado (Fig. 7.35.).

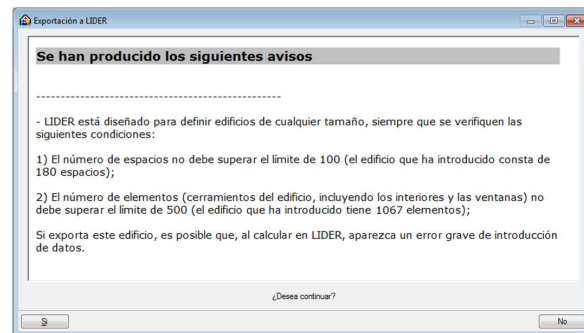


Fig. 7.35. Error en CYPE al exportar a LIDER

Existen dos opciones para resolver este problema:

- **Opción 1:** Es posible “dividir” el edificio en distintas partes y realizar la comprobación asimilándolo a varios edificios independientes. Esta opción ha sido rechazada debido a su inoperatividad, puesto que el edificio ya está

definido en ALLPLAN y supondría una gran cantidad de trabajo.

- **Opción 2:** La otra opción es simplificar el interior del edificio, considerando que las viviendas tienen un menor número de recintos internos. Se ha optado por esta opción, definiendo dos recintos en cada vivienda, uno para el baño y otro para el resto de la vivienda.

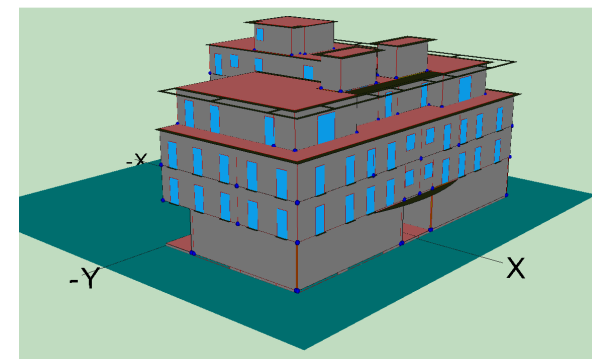


Fig. 7.36. Maqueta virtual en LIDER

Una vez insertado el archivo en LIDER (Fig. 7.36.) se procede a calcular y comprobar el cumplimiento de la limitación de la demanda energética. En un primer cálculo el edificio NO CUMPLE la limitación por un 6,9% de exceso de demanda en relación al edificio de referencia, un edificio con la misma geometría y emplazamiento que el edificio objeto de estudio que cumple los requisitos mínimos exigidos por el CTE (Fig. 7.18).

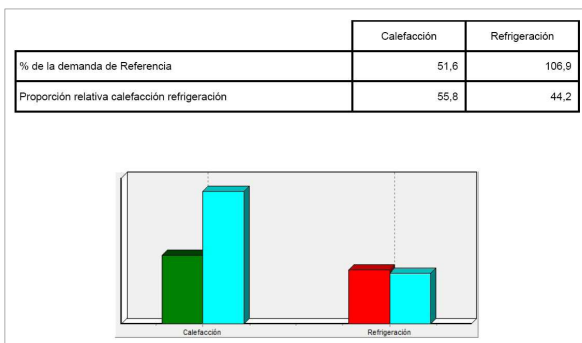


Fig. 7.37. Resultados iniciales

Tras analizar los resultados, se concluye que el incumplimiento es debido a que las pérdidas energéticas que se producen en los huecos. Para paliar esta incidencia, se modifica el grosor de los vidrios de las ventanas pasando de 4 mm a 6 mm de vidrio doble con cámara de aire.

Una vez recalculado el edificio, se comprueba que ya CUMPLE la limitación de demanda energética (Fig. 7.38.).

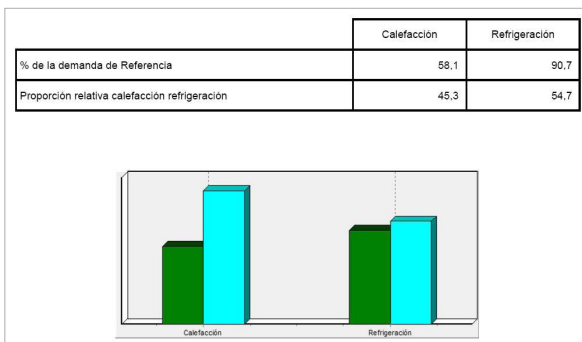


Fig. 7.38. Resultados definitivos

07.9. Discusión de resultados y conclusiones.

- Tal y como plantea el Espacio Europeo de Educación Superior se hace imprescindible la formación continua de los técnicos intervinientes en la edificación y de los docentes que imparten las titulaciones que entrenan las competencias profesionales que les van a ser requeridas dado el vertiginoso ritmo de cambios que afectan al sector de la construcción a nivel normativo, procedimental y tecnológico.
- Se han detectado problemas en la interoperabilidad entre los distintos programas empleados en el presente proyecto de investigación (ALLPLAN, CYPE Instalaciones del edificio y LIDER):
 - Al exportar desde ALLPLAN observamos que las puertas de los balcones se reconocen como “puertas” en CYPE Instalaciones del edificio, surgiendo así un problema a la hora de definir los elementos acristalados, puesto que no es posible definir partes acristaladas en puertas en CYPE Instalaciones del edificio. Así pues, se hace necesario redefinirlas como ventanas, con la consiguiente carga de trabajo añadida, o bien modificarlas más tarde en LIDER.
 - En relación al programa CYPE Instalaciones del edificio, una de las dudas que se ha planteado es cómo poder aumentar el aislamiento en un forjado en contacto con el exterior por su cara inferior, puesto que si no hay recinto en el inferior no es posible definir un aislamiento suplementario por dicha cara inferior del forjado.
- Esta situación se ha producido en la redefinición de los forjados de planta primera que discurren sobre los pasajes de planta baja en los cuales con la solución inicialmente propuesta no se cumplían las exigencias del DB HE 1, siendo necesario, por tanto, aumentar la capa de aislamiento. Para no tener que incrementar el espesor de todo el forjado de planta primera y de ese modo no tener que aumentar los costes, se optó inicialmente por reforzar el aislamiento tan sólo en la parte del forjado afectada.
- En este punto, se suscitó el problema anteriormente descrito. Como posible solución se ha recurrido a crear una partición virtual para definir un recinto, pero no ha sido posible encontrar la opción para que el programa lo considere como exterior.
- Finalmente se optó por colocar el aislamiento por el interior a lo largo de toda la planta, aislando así los locales de planta baja de las viviendas, en previsión de que puedan quedarse sin ocupar y actúen como un espacio exterior a efectos térmicos.
- Si comparamos los dos procedimientos de verificación utilizados (general y simplificado) observamos que el volumen de trabajo necesario es muy similar en ambos, puesto que al utilizar tecnología BIM, ya se tiene el edificio definido virtualmente, y tanto el cálculo simplificado (en CYPE Instalaciones del edificio, en este caso) como el cálculo general (en LIDER) son opciones bastante inmediatas. Puesto que con la opción general siempre se va a obtener un resultado más preciso y ajustado a la realidad, pensamos que es positivo utilizar la opción simplificada para un cálculo rápido a la hora de introducir

el edificio y definir la envolvente (desde CYPE es inmediato) y utilizar la opción general para obtener resultados más fiables a partir de los que verificar el cumplimiento de la limitación de la demanda.

Es reseñable destacar que los resultados obtenidos en la opción general (LIDER) son mucho más precisos y aparecen desglosados por espacios, por lo que es posible detectar qué espacios tienen una pérdida energética mayor, y con ello realizar los cambios oportunos en la envolvente. Sin embargo mediante la opción simplificada solamente obtenemos unos resultados globales que poco nos ayudan a comprender cómo está funcionando el edificio a nivel energético.

Los principales inconvenientes del empleo del LIDER en relación a ALLPLAN es que precisa de un programa informático intermedio a partir del que poder importar la maqueta virtual, que existen restricciones en relación a la complejidad de la misma en cuanto a número de espacios y de elementos y que los cambios realizados en LIDER no se reflejan automáticamente en la maqueta virtual.

07.10. Futuras líneas de investigación.

El estudio del comportamiento energético del edificio se completa con la obtención de su calificación energética conforme al Real Decreto 47/2007, siendo para ello imprescindible desarrollar previamente las instalaciones de climatización.

08. Mediciones y presupuesto.

08.1. Metodología de trabajo para asignar partidas a los elementos constructivos de la maqueta virtual.

08.1.1. Introducción.

El proceso de medición en un programa BIM (Building Information Modeling) se basa en la interconexión entre los elementos construidos en la maqueta virtual y bases de datos o bancos de precios. Todo ello permite generar informes automatizados de medición donde se cuantifican dichos elementos constructivos sin errores. Además, si se realizan cambios en el modelo, se modifican automáticamente los listados, mediciones, etc.

En nuestro estudio hemos utilizado los programas Allplan 2011, como programa BIM y Arquímedes 2011 (Cype Ingenieros), como programa de medición y presupuestación. La base de datos elegida ha sido el Generador de Precios de Cype Ingenieros.

En el modelo que hemos utilizado en el estudio se han ido insertando los distintos elementos arquitectónicos y constructivos necesarios para la definición de la maqueta virtual, al mismo tiempo que se incluyen dichos objetos, se han ido asignando los materiales que los definen, a partir de la conexión con el programa de mediciones Arquímedes, tomando directamente las distintas partidas del banco Generador de Precios. Durante dicho proceso se mantienen abiertas en paralelo ambas aplicaciones.

La medición de los elementos se realiza en el programa donde se construye la maqueta virtual, Allplan 2011, y se exporta (en formato .xca) al programa de mediciones y presupuestación

Arquímedes 2011, para completar la medición de aquellos elementos no incluidos en el modelo y realizar el presupuesto.

08.1.2. Configuración conexión Allplan..

Antes de establecer la conexión entre Allplan y Arquímedes, es necesario que ambos programas estén instalados.

El paquete de instalación de los programas de CYPE Ingenieros contienen los archivos necesarios para realizar la conexión-comunicación entre Arquímedes y Allplan.

Tras la doble instalación de programas, debe ejecutarse el fichero “Instalar Conexión con ALLPLAN\..exe” situado en el directorio “Instalar conexiones con programas de CAD” que, a su vez, se ubica en el directorio correspondiente al idioma de instalación utilizado.

08.1.3. Definición de catálogo de materiales en allplan.

Para la asignación de unidades de obra a los distintos elementos constructivos, ha sido indispensable trabajar con una base de datos que contenga los descriptores de las partidas que van a ser utilizadas. Para ello, hemos utilizado directamente el programa Arquímedes desde el programa Allplan, esto implica abrir el catálogo de precios elegido o el presupuesto provisional de la obra, recorrerlo y seleccionar en él la unidad de obra más adecuada, que queda asignada automáticamente al campo “Material” del elemento constructivo.

Ha sido necesario, para realizar este proceso, haber definido previamente en Allplan el catálogo asociado. Para ello, en Allplan 2011, accedemos

a la barra de herramientas Estándar/ Opciones / opción Catálogos. En Componente, Asignación de Catálogo, aparece la ventana PROPUESTA DE ATRIBUTO PARA LA SELECCIÓN DE CALIDAD. En la fila Material seleccionamos sobre el catalogo asociado actualmente, que por defecto debe ser katlg1 y elegimos user_kat.

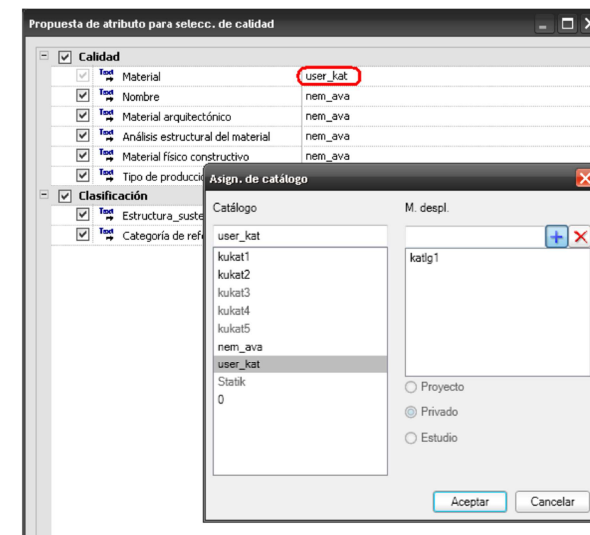


Fig. 8.1. Asignación de catálogo en Allplan

08.1.4. Generador de precios.

El Generador de precios es una herramienta informática de libre distribución de Cype Ingenieros. Se trata de una base de datos específica en la que se puede consultar toda la información de las partidas. Esta información puede utilizarse desde cualquier programa de mediciones y presupuestos.

CYPE Ingenieros comercializa la Conexión del Generador de Precios con Arquímedes, esta conexión permite copiar desde Arquímedes la partida seleccionada en el Generador de Precios utilizando un único botón, incluyendo completas descripciones; criterios de medición; desgloses minuciosos en maquinaria, materiales y mano de obra; coste de mantenimiento decenal; e instrucciones sobre uso y mantenimiento.

Diversos organismos independientes, entre los que se encuentran ASEMAs, realizan revisiones del Generador de Precios. En estas revisiones se ponen de manifiesto las normas de buena práctica promocionadas por distintos organismos e instituciones.

El sistema de clasificación de la base de datos se ajusta al establecido en las Normas Tecnológicas de la Edificación y sigue el esquema capítulos-subcapítulos-apartados-partidas.

El Generador de Precios incorpora unos ajustes paramétricos previos que permiten tener en cuenta:

- La zona geográfica en la que se va a ejecutar el proyecto y los precios de mercado correspondientes.
- En el rendimiento de la mano de obra y la maquinaria a través del volumen de la obra (superficie construida, etc.) y la tipología del edificio.



Fig. 8.2. Generador de precios de Cype Ingenieros. Consulta en Internet

A la hora de escoger materiales y soluciones constructivas, la base de datos ofrece la posibilidad de elegir directamente entre las marcas de los principales fabricantes y, a través de esta elección, completar la definición del proyecto con nuevos ajustes paramétricos.

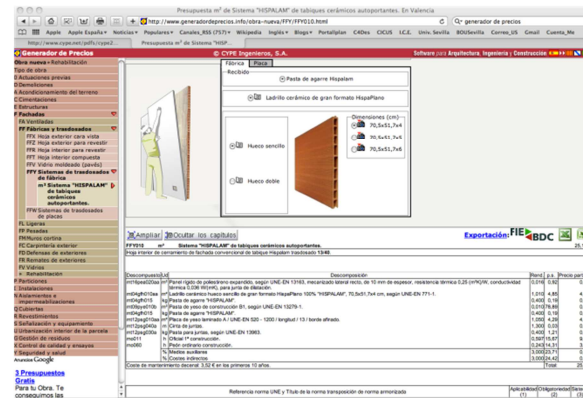


Fig. 8.3. Genrador de precios. Ejemplo de fachada

08.1.5. Asignación de materiales:

Se trata de ir construyendo en Allplan todos y cada uno de los elementos constructivos elementales del modelo bajo la consigna “aquello que no dibujamos no puede ser cuantificado”. Los programas de tecnología BIM, tiene numerosos mecanismos para dotar de significado funcional, espacial y constructivo a cada entidad del proyecto. Aunque evidentemente se pueden introducir líneas y entidades geométricas sin restricciones y sin significado alguno, el aprovechamiento óptimo de las capacidades del programa requiere diferenciar correctamente las entidades por tipos funcionales, como muros, pilares o forjados, y utilizar un sistema bien estructurado de archivos y layers.

Otro recurso interesante, que posee Allplan, es el local, que permite asignar acabados o revestimientos, a cada estancia del edificio. Mediante el uso de locales tipo se evita repetir una y otra vez la asignación de acabados a cada paramento.

Este cuidado en el trabajo de modelado, es inherente al proceso de utilización de un programa BIM, y no es una tarea añadida para quien desea obtener más tarde unas mediciones correctas. Se evita así la sensación del proyectista de trabajar en exceso para facilitar quizás el trabajo de un tercero, esfuerzo no siempre reconocido o recompensado.

Quando el usuario de Allplan, o proyectista, va dibujando cada una de las entidades que conforman el proyecto, sólo tiene una idea inicial de las características constructivas del proyecto. Además de su posición geográfica y sus dimensiones globales, tendrá una idea de sus características de similitud o diferenciación

respecto de otros elementos parecidos. Por ejemplo, en el caso de un muro sabrá si es un muro de fachada, un cerramiento que requiere aislante de sonido entre dos viviendas o si se trata de un tabique de separación entre habitaciones del mismo uso o con un núcleo húmedo. Pero no necesariamente conocerá su composición exacta, y aunque la conozca, puede no tener sentido el esfuerzo de introducirla en el modelo digital, si no da lugar a diferencias significativas en el resultado gráfico.

En consecuencia, el usuario de Allplan y Arquímedes tiene dos momentos posibles para determinar cada componente constructivo. En la etapa del modelado debe separarse claramente los tipos constructivos diferentes, pero no es necesario asignarlos a unidades de obra concretas. Si no desea hacerlo en ese momento, es suficiente con que asigne un nombre o identificador (ID) cualquiera a cada tipo constructivo distinto, sea de muro, de ventana, forjado, etc. La asignación concreta se hará más adelante.

Para cada uno de los elementos constructivos que se desee medir accedemos a Selec. de material en la ficha de definición correspondiente al elemento. En Asig. catálogo aparecerá user_kat, y al pulsar el botón de Material, se abrirá el programa Arquímedes donde podemos seleccionar la obra para escoger el material y la partida deseada.

08.1.6. Exportación a programa de mediciones y presupuestación: archivo xca.

Una vez hemos creado elementos con materiales del catálogo user_kat, generaremos el listado de mediciones seleccionando en el menú desplegable Archivo / Exportar / Exportar Allplan

BCM y datos de Mediciones

Seleccionamos, en la ventana dinámica que aparece, el icono Opciones de Allplan BCM y de exportación de datos de Mediciones. En la ventana OPCIONES DE EXPORTACIÓN DE MEDICIONES se pregunta ¿Qué listado desea invocar para la exportación de datos?

Seleccione el listado 3 Mediciones (Conex. con prog.), en la ventana EXPORTAR DATOS DE MEDICIONES.

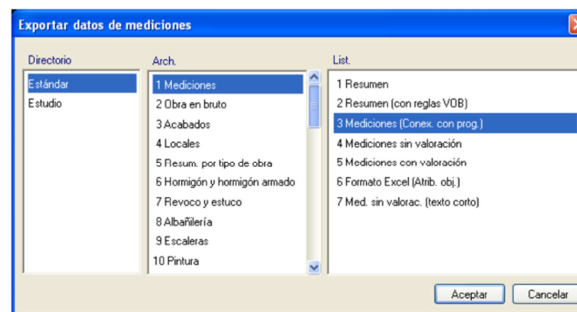


Fig. 8.4. Listado de exportación de medición en Allplan

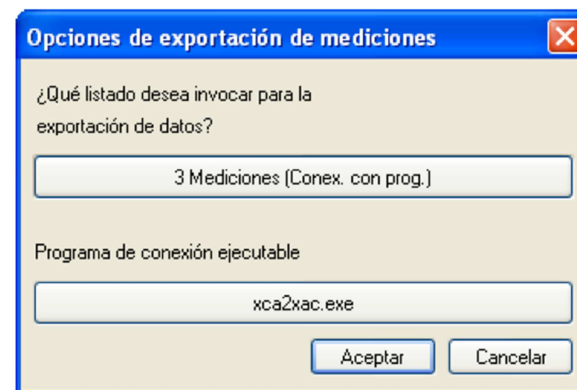


Fig. 8.5. Menú de opciones de exportación de medición en Allplan

Pulsamos Aceptar para salir de la ventana OPCIONES DE EXPORTACIÓN DE MEDICIONES. Seleccionamos los elementos a incluir en el listado con una ventana de selección, o pulsamos el botón Todo o la opción Buscar elementos de la ventana dinámica.

Se crea un archivo con el nombre del proyecto seguido de la extensión .xca en la ruta X:\Archivos de programa\Nemetschek\Allplan2011\USR\Local\I_ O que podemos abrir desde Arquímedes seleccionando Archivo/Importar-Exportar/Importar mediciones de programas de CAD: Allplan...

Es un hecho que hasta no hace mucho tiempo los programas integrados para el diseño de arquitectura trataban de generar directamente páginas del presupuesto “terminado”, orientadas a su impresión y a su entrega directa. Estos informes, sin embargo, raramente conseguían algún tipo de utilidad. En primer lugar, un sistema de BIM, por completo que sea, nunca contiene el presupuesto íntegro del proyecto; siempre hay que completarlo con unidades de obra. Por otra parte, programas originados en diferentes países no pueden acertar con el formato de presentación y otras costumbres locales que se requieren en cada país donde son utilizados. Estos archivos tienen que ser modificados mediante programas de presupuestos, que a duras penas podían entender un archivo formateado para su impresión en papel y su consulta manual.

En consecuencia, Allplan dispone de un sistema generador de archivos de intercambio con toda la información necesaria de los componentes del proyecto, que tiene la extensión *.xca. Este archivo contiene información en formato ASCII separado por tabuladores. Cada elemento de información está clasificado por tipo de entidad

constructiva, archivo y capa a la que pertenece, y contiene varios campos de datos que la describen en detalle. Aunque esta información es exhaustiva y correcta, para convertirla en las mediciones habituales de un proyecto de arquitectura es necesario aplicarles un cierto tratamiento. Para ello, se importa el archivo desde Arquímedes; el presupuestador no necesita el programa Allplan, de la misma forma que el proyectista no está obligado a disponer de una licencia de Arquímedes. Su contenido se muestra en una ventana, clasificado por las entidades constructivas elementales soportadas por Allplan:

• Muro	• Losa	• Superficie de suelo
• Forjado	• Viga	• Listel
• Pilar	• Superficie lateral	• Macro de puerta
• Recubrimiento de forjado	• Superficie de techo	• Macro de ventana

En esta ventana el usuario tiene numerosos recursos para revisar el contenido de la información antes de introducirla en el presupuesto. Puede reordenarla, eliminar líneas y comprobar las unidades de obra asignadas a cada elemento, o bien asignarlas en este momento, en su caso.

Una vez aceptado el contenido, cada dato de este archivo se hace corresponder con el campo más adecuado de los soportados por las líneas de mediciones, bien en los campos de comentario y dimensiones, que son los que suelen aparecer impresos en los documentos finales, como en los campos ampliados.

08.1.7. Importación de archivo xca en

arquímedes.

Antes de proceder a la importación de las mediciones realizadas en Allplan, debemos asegurarnos de tener abierto y activo el presupuesto al cual desea añadir dichas mediciones. De lo contrario se creará un capítulo @Allplan conteniendo los conceptos (códigos) que no han sido identificados en el presupuesto al no existir coincidencia de códigos.

El archivo generado en Allplan con el nombre del proyecto seguido de la extensión .xca situado en la ruta X:Archivos de programa\Nemetschek\Allplan2011\USR\Local\O, debe abrirse desde Arquímedes seleccionando Archivo/Importar-Exportar/Importar mediciones de programas de CAD: Allplan.

Para recuperar y aprovechar adecuadamente la información extra suministrada por el programa Allplan respecto de la introducida al hacer una medición manual, las líneas de medición de Arquímedes están dotadas de unos campos suplementarios a los habituales de comentario y dimensiones geométricas. Estos campos de medición no aparecen en la pantalla de trabajo habitual del que introduce líneas de medición manualmente, pero son fundamentales para el trabajo automatizado. Por ejemplo, permiten actualizar las mediciones generadas por Allplan si se producen cambios en el proyecto digital tras una primera importación.

08.1.8. Conclusiones.

Dos son las premisas fundamentales que animan a los desarrolladores de software para los profesionales de la arquitectura y la construcción

a trabajar en la conexión entre diseño y medición:

- Evitar el trabajo de medir manualmente aquello que ya está dibujado en el ordenador.
- Hacerlo con mayor precisión, evitando errores y olvidos.

Sin embargo, hay una serie de detalles que obstaculizan estos objetivos:

- La falta de comunicación entre los desarrolladores de programas de CAD-BIM y los de mediciones y presupuestos, que impiden el aprovechamiento óptimo de los datos que han de intercambiar.
- El ámbito competitivo de los diferentes programas: de carácter internacional en el caso de los programas BIM; de carácter nacional para los programas de mediciones; y de carácter regional para los bancos de precios; Lo cual introduce una enorme complejidad en la coordinación y codificación de las unidades de obra y de los demás elementos que intervienen en el proyecto de arquitectura, impidiendo la existencia de estándares comunes.
- Los cambios continuos en las formas de trabajo de las aplicaciones que impiden establecer metodologías duraderas en el tiempo.

08.2. Criterios de medición y presupuesto.

Una vez montada la maqueta virtual del edificio, y siguiendo la línea iniciada en la etapa anterior, se parte del diseño realizado mediante programas BIM, cuyo objetivo fundamental es extraer de la propia maqueta los datos necesarios para evitar la tradicional labor de obtenerlos mediante medición manual de los

planos sobre papel.

Evidentemente este objetivo ha de desarrollarse bajo una premisa fundamental que ha de cumplirse en la disciplina de la presupuestación de las obras, y que en el ámbito de la asignatura que la desarrolla conocemos como las “reglas de oro” de la presupuestación:

- 1) En el coste final estarán representados todos los costes generados a lo largo del proceso de construcción completo.
- 2) No debe repetirse ningún elemento de coste.

En la fase anterior del trabajo pudimos dar una respuesta bastante satisfactoria a los problemas de conciliación entre el modelo BIM y el modelo tradicional de carácter manual, entendiéndolo desde la perspectiva de la exportación de los datos obtenidos directamente de la maqueta virtual a los programas de mediciones y presupuestos existentes (PRESTO 10.24) para obtener el presupuesto de la obra.

En esta fase se suscitaron las lógicas cuestiones de disfuncionalidad entre ambas formas de trabajar, cuestiones que se fueron resolviendo mediante la aplicación de soluciones que se contemplan en los actuales modelos de presupuestación de tipo manual. En este sentido resultó determinante la utilización de Precios Unitarios Complejos, más fácilmente asociables a elementos de dibujo con un sólo de parámetro de medición, contemplándose en dichos precios diferentes elementos constructivos (unidades de obra) como parte proporcional del precio, con lo cual ya no hay que efectuar su medición.

Hemos de partir de la base de que, aunque los

programas de presupuestación disponibles en ese momento permitían la exportación de datos desde los programas tipo BIM, las bases de datos sobre las que trabajan los de mediciones y presupuestos están desarrolladas para un tipo de medición manual, en la que el agente medidor toma la decisión de qué medida asocia a un precio concreto de la base de datos. Por lo tanto, no importa que un elemento constructivo o unidad de obra no esté dibujada.

Al avanzar en el nivel de complejidad del proyecto en esta segunda fase, con un modelo de edificio más amplio, en el que se incorpora una estructura porticada completa, unas instalaciones más complejas y con nuevos elementos, así como una adecuación más estricta y exigente a los requisitos del Código Técnico de Edificación, tanto en materia de soluciones constructivas como de estudios energéticos, se nos han planteado nuevos problemas desde el punto de vista de la presupuestación.

08.2.1. Elección del programa de presupuestación y bases de datos.

Si se pretende un modelo completo en el que todos los parámetros del proyecto (dimensionado de la estructura, cálculo de las instalaciones, cálculos energéticos, estimación de residuos, indicadores económicos, etc.), es preciso trabajar con un conjunto de programas que puedan intercambiar su información y, en el caso que nos atañe de la presupuestación, utilizar un programa cuya base de datos contemple la mayor parte de parámetros.

En este sentido se ha planteado que el programa inicialmente elegido resulta insuficiente, siendo

actualmente la serie de programas de CYPE una de las que más ampliamente contempla todos los indicadores necesarios siendo, en principio y en lo relativo a medición de unidades de obra, exportables a su programa de mediciones y presupuestos ARQUIMEDES.

Con relación a la base de datos de costes a emplear, se ha planteado un debate sobre la conveniencia o no de ajustarse a la BASE DE DATOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE ANDALUCIA (BCCA), que sin duda es la más ajustada a nuestro mercado próximo y goza de suficiente reputación y fiabilidad, frente a la base propia del programa Arquímedes. El programa funciona perfectamente con cualquier base de datos que se ajuste al código-modelo FIE-BDC (Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos de la Construcción), pero su base propia presenta las siguientes ventajas:

- Incorpora parámetros para el cálculo energético asociados a las unidades de obra.
- El programa dispone de un “generador de precios” que simplifica y automatiza el proceso.

Por el contrario, y a favor de la base BCCA, parece un contrasentido no utilizar una base de datos ajustada a nuestro mercado próximo y que es la exigible en los proyectos oficiales de nuestra administración autonómica, además de ser una base de alta fiabilidad contrastada por la experiencia. Y por otro lado, el “generador de precios” del programa ARQUIMIDES se muestra bastante insuficiente para dar respuesta a todo el conjunto de unidades de obra que necesitaríamos para desarrollar el presupuesto del proyecto tipo elegido.

La cuestión podría resolverse si se pudiera utilizar la base de precios BCCA para la presupuestación, y los demás parámetros de otra base de datos, lo que implica la adecuación del programa y la homogeneización de las unidades de obra de las bases a utilizar.

08.2.2. Elección de las unidades de obra.

Como ya hemos comentado en la introducción, las controversias detectadas para la adecuación de la medición mediante el modelo BIM a un sistema de unidades de obra pensado para medición manual, realizada en la fase anterior del proyecto de investigación, pudo resolverse de manera satisfactoria mediante la aplicación de Precios Unitarios Complejos (PUC).

Las características de ese proyecto permitían realizar un trabajo, que si bien en principio resulta laborioso, su extensión no es muy grande, por lo que la elaboración específica de los Precios Unitarios Complejos necesarios fue posible dentro de unos parámetros temporales y de aplicación de recursos que entendimos razonables.

El proyecto actual supone un nivel superior de complejidad, en el que la solución anterior se manifiesta cuando menos de dudosa aplicación, y ello debido a:

- Al contener un mayor número de unidades de obra (partidas presupuestarias), la confección de los PCU necesarios supondrían un tiempo y dedicación de recursos que podría no compensar el dedicado a preparar la maqueta virtual, con

lo que el modelo carecería de sentido desde el punto de vista de la presupuestación.

- Los PUC que se elaborasen serían en base a los parámetros de referencia del proyecto en cuestión, por lo tanto serían de dudosa aplicación en otros proyectos, por lo que no tendría sentido incorporarlos a una base de datos general.
- Nuestro objetivo es analizar las posibilidades de integración de los modelos actuales de presupuestación de obras en los sistemas BIM de diseño, pero con criterios de “eficiencia”, modificando si es preciso los elementos de referencia de estos modelos para que sea posible un presupuestación, lo más automática posible utilizando bases de datos de costes y precios de aplicación general (cuando menos para un conjunto razonable de obras o casos).

La primera conclusión evidente que se obtiene al tomar contacto con estos sistemas de diseño se puede resumir en una frase: “lo que no se dibuja no se mide”; y, por consiguiente, no se incluye en el presupuesto, con lo que quebrantaríamos la primera “regla de oro” de la presupuestación. No obstante, en el desarrollo de un proyecto hay que tener claro que no es necesario dibujarlo todo describir el objeto del mismo, es más, sería una pérdida de tiempo y de recursos que iría en contra de la propia filosofía del modelo que propugnamos. Por lo tanto hay que hacer una adecuada elección y desarrollo de las partidas presupuestarias de manera que se cumplan las siguientes esenciales:

- 1) La medición de la mayoría de las unidades de obra (partidas presupuestarias) ha de ser aportada por el sistema BIM, directamente de la maqueta virtual y exportada al

programa de mediciones y presupuestos. Lo que implica que han de estar implícitas en el elemento de dibujo o poderse extraer de él.

- 2) Si hay que incluir elementos constructivos que generan unidades de obra que no se dibujan o su medición no se puede extraer de los elementos de dibujo representados, su aplicación en el presupuesto ha de hacerse:
 - a) Mediante su inclusión como parte proporcional en otro precio, formando un Precio Unitario Complejo.
 - b) Incluyéndola y midiéndola manualmente una vez exportadas las mediciones de la maqueta virtual al programa de mediciones y presupuestos.

La experiencia desarrollada hasta ahora nos demuestra que la primera premisa es perfectamente asumible en un elevado número unidades de obra, pues a un mismo elemento de dibujo se le pueden asociar diferentes partidas presupuestarias y cada una con su parámetro de medición específico. Por ejemplo, en el caso de un cerramiento formado por una hoja de fábrica exterior, un acabado exterior, un aislamiento intermedio, una fábrica interior y un acabado interior, aunque la longitud de todos los elementos del cerramiento sea la misma, las alturas de cada uno no lo serían. No obstante podemos el sistema permite asociar todas las partidas al mismo elemento de dibujo y hacer que cada una se mida con su altura correspondiente, por lo que el problema desde nuestra necesidad queda resuelto.

Con respecto a la segunda premisa ya dejamos claro en la introducción, que tras la primera

experiencia, y seguimos comprobándolo a lo largo del desarrollo de la presente, la opción de los Precios Unitarios Complejos no nos parece la más aconsejable, salvo en casos muy específicos y consolidados por la experiencia y el uso como podría ocurrir en el capítulo de estructuras, en el que estos precios se emplean con asidua frecuencia. Así pues, la opción que en principio parece más viable es la inclusión manual de esas partidas que no aparecen en el modelo gráfico. Evidentemente habrá que reestructurar las relaciones de unidades de obra de uso común para que el número de estas unidades sea el mínimo.

08.2.3. Criterios de medición y formas de medir.

En el campo de las mediciones y presupuestos de obra, un elemento indisoluble del precio asignado a cada unidad de obra (partida presupuestaria) es su criterio de medición, que establece la forma concreta y precisa de cómo han de hacerse las medidas (¿longitudes entre ejes o a luces libres?, ¿con o sin deducción de huecos?, ¿en volumen real o aparente?, etc.).

En el caso de las mediciones manuales, los criterios de medición se emplean con frecuencia como criterios simplificadores del proceso de medición, tanto en el sentido de reducir el número de medidas, como en el de establecer mecanismos de compensación. Por ejemplo, solemos medir la tabiquería interior “a cinta corrida”, esto significa que se mide la superficie del tabique sin descontar los huecos, y en compensación por la mayor dimensión medida con respecto a la realidad, se conviene que esa diferencia “compensa” el coste de la colocación de los precercos de las carpinterías de paso, por lo que no se incluye este concepto en el

presupuesto.

Hemos comprobado que en un sistema BIM estos juegos de compensaciones no son posibles, el sistema siempre dará la medición de la superficie real. Por consiguiente será preciso reestructurar este aspecto en las bases de datos de uso común si se quieren aplicar en un sistema de estas características. En nuestro caso ha sido preciso adaptar algunos precios de estas bases para su aplicación y queda aún por explorar el alcance de esta modificación, pues a medida que aumente la complejidad del trabajo pueden aparecer unidades de obra que haya que modificar en su contenido y que, a su vez, generen la necesidad de crear otras nuevas.

En lo relativo al formato en que algunos programas de cálculo exportan la medición, sí hemos encontrado incompatibilidades con lo que se suele aceptar como adecuado en el sector. Hemos de entender que la medición de un proyecto constituye una forma de entenderse, un lenguaje común asumido en nuestro sector que se traslada a aspectos contractuales y administrativos, especialmente en el ámbito de los proyectos para las Administraciones Públicas que tiene su regulación propia por ley.

Por ejemplo, en el caso concreto del programa utilizado para el cálculo de instalaciones, éste da las dimensiones de cada tipo de circuito por unidad de vivienda; así nos daría como resultados a trasladar a la presupuestación:

Vivienda 1: Circuito A	a1 mts.
Circuito B	b1 mts.
Circuito C	...

Vivienda 2: Circuito A	a2 mts.
Circuito B	b2 mts.
Circuito C	...

...

Cuando el formato comúnmente aceptado sería:

m. de circuito A:	Vivienda 1	a1
mts.		
	Vivienda 2	a2
mts.		
	...	

Esto nos plantea un problema de conversión de formato, que si bien principio se resuelve manualmente, será un punto a trasladar a los fabricantes de programas.

08.2.4. Tipo de presupuesto.

El debate sobre la utilización de la base de datos de precios o banco de precios más idónea a los objetivos del proyecto, así como la aplicación del generador de precios del programa Arquímedes de CYPE, nos ha hecho reflexionar sobre las características, definición y precisión del presupuesto en función de su finalidad.

El proceso de presupuestación de una obra se realiza habitualmente en dos fases con características muy diferentes y que en síntesis podríamos describir de la siguiente forma:

1) Fase de Proyecto.

Se realiza en el estudio de diseño.

Se desarrolla con precios medios obtenidos generalmente de bases o bancos de precios.

Se plantea sobre una organización de obra

teórica.

El presupuesto obtenido solo puede ser una aproximación al coste previsible.

2) Fase de Ofertación.

Se realiza por la empresa constructora.

Se aplican los precios concretos de mercado que la constructora obtiene de sus suministradores y subcontratistas.

La empresa estudia la organización de obra más adecuada a sus medios.

El presupuesto obtenido constituye su oferta y su compromiso contractual para realizar la obra en esa cantidad.

Evidentemente en la segunda fase se requiere el mayor grado de precisión en el cálculo de los costes y consecuentemente en las mediciones.

Tal y como lo estamos analizando, el modelo BIM se muestra perfectamente aplicable en la fase de proyecto, pero ¿lo sería también en la de ofertación?. Este debate se muestra más amplio de lo que a primera vista parece y desde luego excede en este momento las pretensiones de proyecto que nos atañe, no obstante conviene resaltarlo para no dejarlo en el olvido y, fundamentalmente, para centrar el objetivo de nuestro trabajo actual en lo que a alcance y pretensiones pueda afectar.

09. Obtención de la documentación gráfica.

09.1. Introducción.

La exportación de la información desde la maqueta virtual para la obtención de la documentación gráfica, al módulo de composición y trazado de planos, se realiza desde dos vías completamente diferenciadas.

Por una parte, las plantas son seleccionadas desde el módulo indicado aplicándole las condiciones escala, ángulo de giro, layer o tipo de representación deseado. Los estilos de trazado se aplican posteriormente a la hora de trazar el plano.

Por otra parte, las imágenes (ya en dos dimensiones) correspondientes a los alzados, secciones, visualizaciones y perspectivas son salvadas en archivos diferentes organizados por conjuntos con las denominaciones especificadas. Una vez realizada esta operación y desde el módulo de composición y trazado de planos se van seleccionando para ir componiendo el plano deseado, aplicándole las condiciones de escala, ángulo de giro, layer o tipo de representación deseado. Los estilos de trazado se aplican posteriormente a la hora de trazar el plano.

Una vez compuestos los planos de proyecto procede el trazado impreso. Para ello y desde la orden Tazado de planos se decide entre salida directa a plotter o a PDF, elementos que se desea trazar, canales de salida o definiciones.



Fig. 9.01. Perspectiva de conjunto.

09.3. Obtención de Alzados y Secciones constructivas.

La realización de los planos de Alzados y Secciones se inicia con el salvado de la vista o sección de la maqueta virtual del edificio en un archivo de trabajo y en dos dimensiones.

Para la creación de estos archivos, se utiliza la función Generar alzado o Generar sección. Pero antes, hay que indicarle al programa que archivos y layers de la maqueta virtual se quieren representar. En el caso de las secciones, habrá que seleccionar también el archivo donde estén situadas las Líneas de sección, que contienen la información sobre el plano de corte y la profundidad de visualización.

Por otro lado, antes de generar estos archivos, se tienen que definir los parámetros de ocultación de líneas de alzados y secciones.

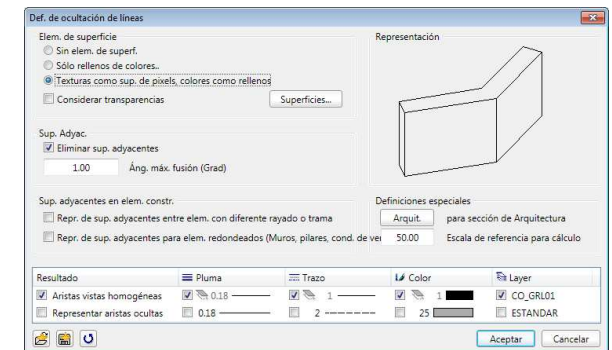


Fig. 9.04. Definición de ocultación de líneas.



Fig. 9.03. Alzado principal.

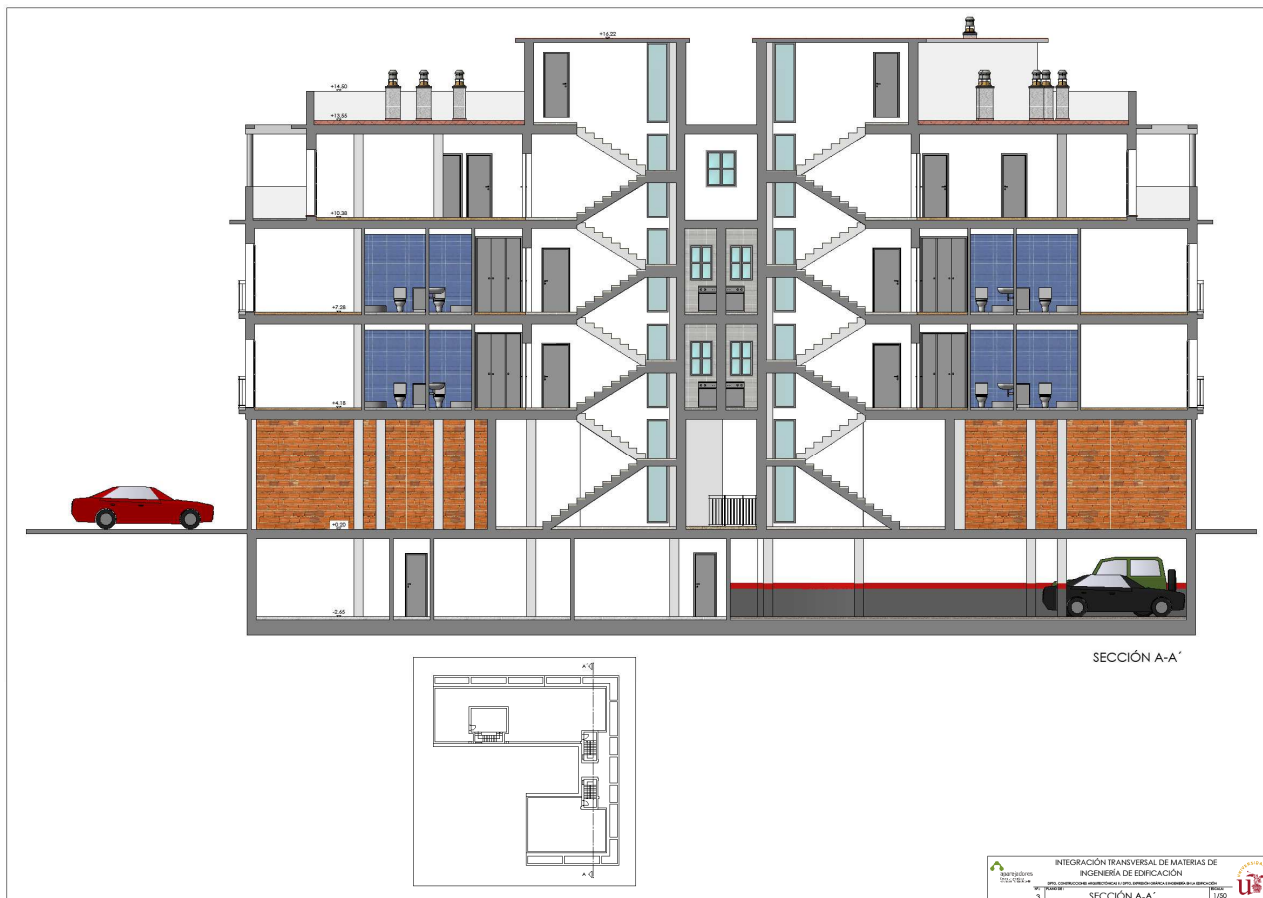


Fig. 9.05. Sección longitudinal de edificio.

En nuestro caso, tanto en los alzados como en las secciones, se ha seleccionado la tercera opción de representación, texturas como superficie de pixel y los colores como rellenos.

Para las secciones añadiremos las opciones de ocultación de líneas de arquitectura, donde podemos representar los suelos y techos de los locales y bordear los elementos seccionados con línea gruesa.

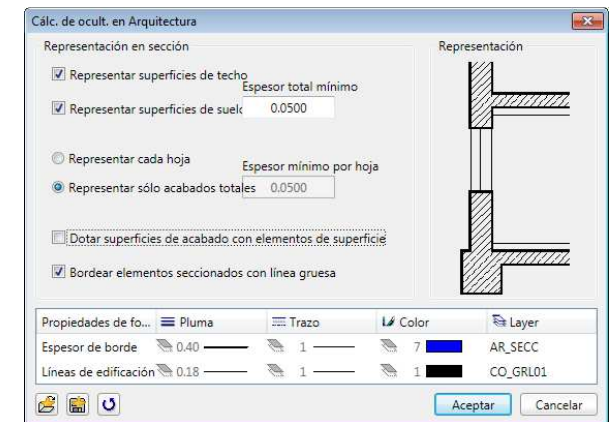


Fig. 9.06. Cálculo de ocultación.

Las demás definiciones de ocultación de líneas dependerán del alzado o sección a generar.

Una vez seleccionados los archivos y todas las definiciones de representación, se generan los alzados y las secciones.

Por último, se realiza la composición de los planos de la misma forma que en el apartado anterior, se configuran las definiciones de trazado y se imprimen los planos en PDF.

09.4. Obtención de Planos de Estructuras.

Una vez realizado el cálculo de la estructura, apartado **05. Proceso de diseño y cálculo de la Estructura**, el programa CYPECAD permite la exportación de la información de los datos de cálculo en varios archivos diferentes (DWG, DXF ó PDF).

Los archivos DWG, generados por el programa de cálculo pueden ser importados al programa Allplan o a Autocad, para la composición de los planos del proyecto de ejecución, en este caso se ha trabajado con el programa Autocad 2007.

Los datos importados aparecen en varios archivos diferentes que han de complementarse y tratarse. En primer lugar es necesario reelaborar la información suministrada por el programa, pues la forma en la que se recibe no suele corresponder con la iconografía que utilizamos en los planos de arquitectura. Por ello se procede a ajustar la caracterización simbólica para la representación de losas de hormigón, de forjados, simbología para armaduras, estilo y altura de textos, estilo y colocación de cotas, definición de huecos de estructura, colocación de detalles estructurales y colocación de cuadros de características de los hormigones. Ajustando en todo momento las escalas de los diferentes detalles y planos que se incorporan a los planos.

Una vez compuesto el plano con los elementos y características especificadas anteriormente, estamos en disposición de enviar el archivo generado a plotter. El proceso de ploteado en estos momentos pasa por un archivo intermedio que es el PDF, donde puede comprobarse el plano previamente.

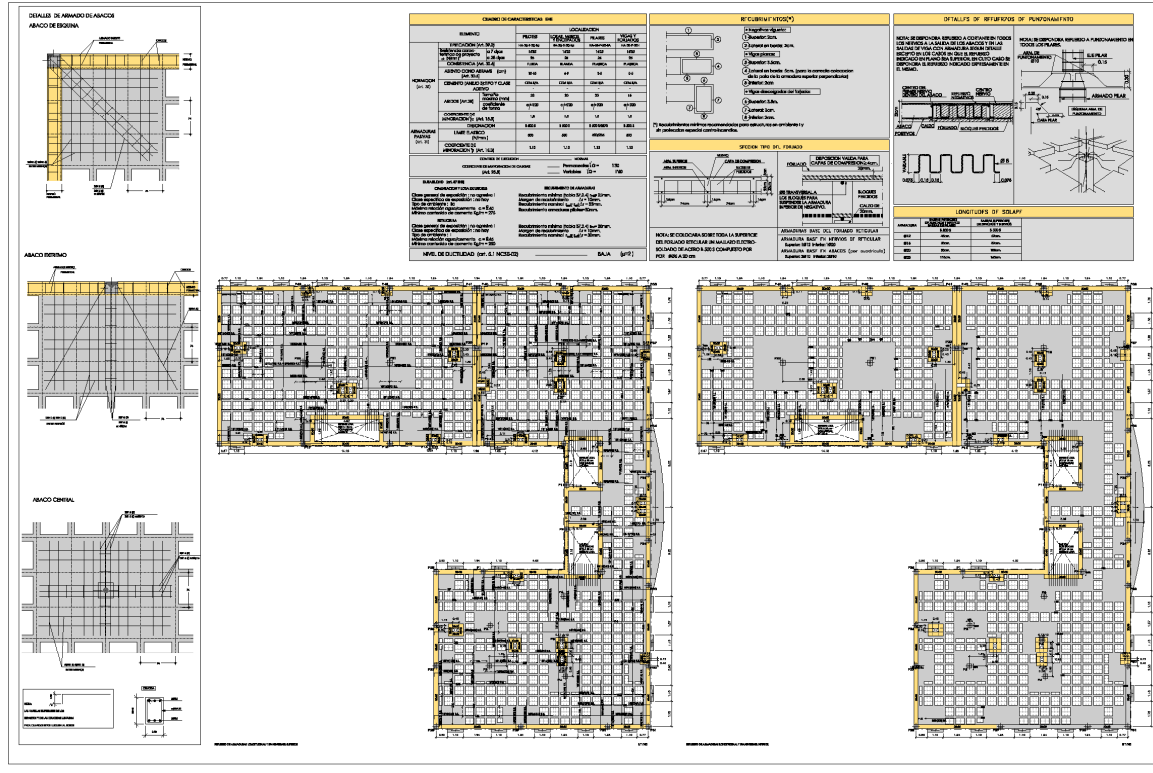


Fig. 9.07. Estructura planta primera.

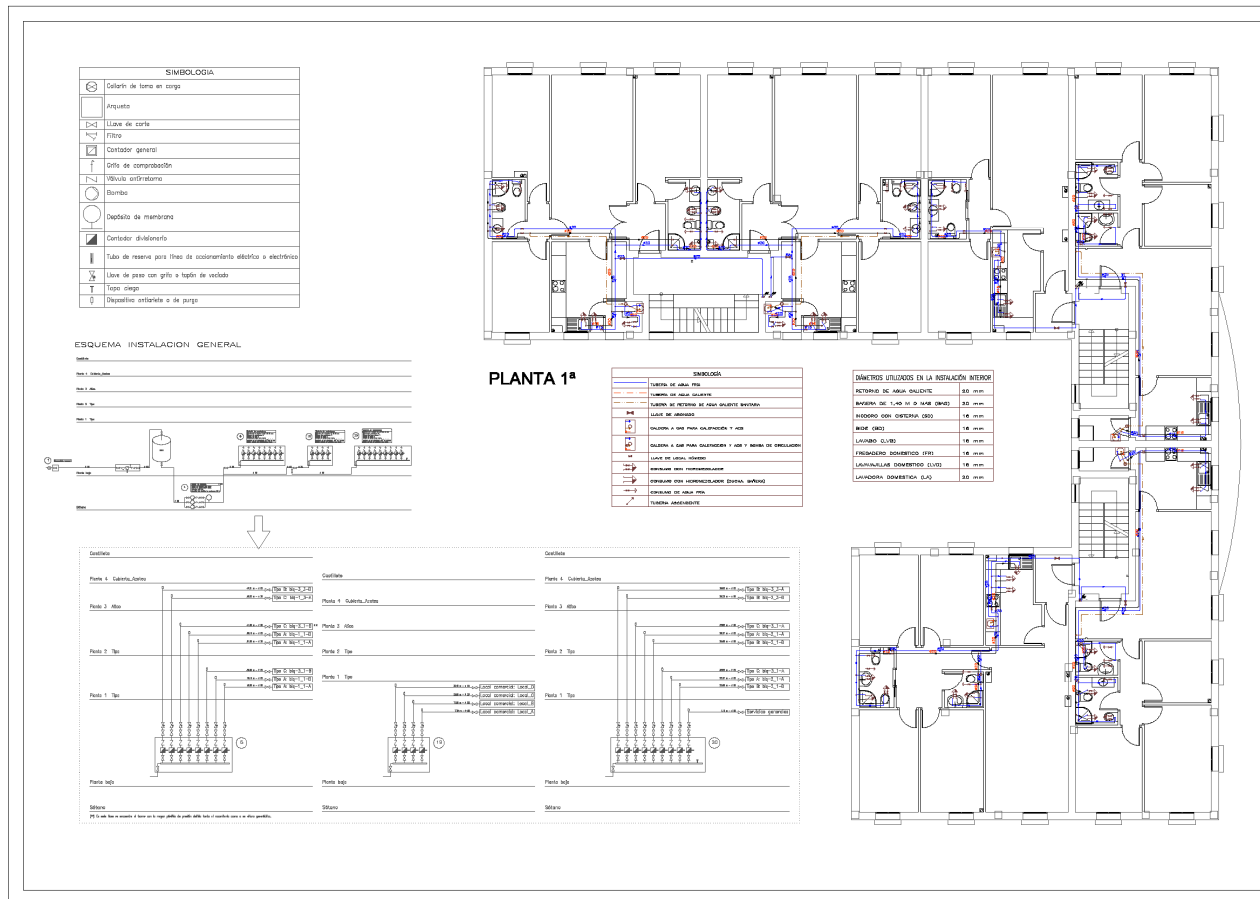
09.5. Obtención de planos de Instalaciones.

Una vez realizado el cálculo de las instalaciones, apartado **6. Diseño e implantación de las instalaciones comunitarias del edificio**, con el programa CYPE-Instalaciones y con los módulos correspondientes a cada una de ellas. Este programa permite la exportación de la información de los datos de cálculo en varios archivos diferentes (DWG, DXF ó PDF).

Los archivos DWG, generados por el programa de cálculo pueden ser importados al programa Allplan o a Autocad, para la composición de los planos del proyecto de ejecución, en este caso se ha trabajado con el programa Autocad 2007.

En cada una de las instalaciones, los datos importados aparecen en varios archivos diferentes que han de complementarse y tratarse. En primer lugar es necesario reelaborar la información suministrada por el programa, pues la forma en la que se recibe no suele corresponder con la iconografía que utilizamos en nuestros planos de arquitectura. Por ello se procede a ajustar la caracterización simbólica para la representación de instalaciones de Electricidad, Fontanería, Saneamiento, telecomunicaciones, etc. Ajustando en todo momento las escalas de los diferentes detalles y planos que se incorporan a los planos.

Una vez compuesto el plano con los elementos y características especificadas anteriormente, estamos en disposición de enviar el archivo generado a plotter. El proceso de ploteado en estos momentos pasa por un archivo intermedio que es el PDF, donde puede comprobarse el plano previamente.



10. Conclusiones generales.

10.1 Desde la integración de materias.

El proyecto de investigación expuesto ha alcanzado con éxito los objetivos inicialmente planteados, avanzando en la integración y coordinación de diversas materias de la titulación de Grado en Ingeniería de Edificación, concretamente de las asignaturas de Infografía y Maquetación Virtual, Instalaciones I y II y Mediciones y Presupuestos, mediante el empleo de las herramientas BIM de modelado tridimensional.

Los profesores participantes se benefician del uso de las nuevas tecnologías para facilitar la comprensión de sus respectivas materias, al mismo tiempo que las acercan a las formas de trabajo de los profesionales del sector de la arquitectura y la construcción y las relacionan con otras materias de la titulación.

Los alumnos se benefician de una docencia planificada, en la que no se solapan ni se omiten contenidos, y cercana a la realidad del mercado laboral para cuya inmersión se están preparando. Asimismo, el empleo de maquetas virtuales les permite visualizar y asimilar con mayor facilidad los distintos elementos que componen la edificación, así como las interrelaciones existentes entre ellos.

La creación de grupos multidisciplinarios en el ámbito de la investigación y la docencia en el área de la Ingeniería de Edificación supone una decidida apuesta por la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior en nuestra universidad. Enriquecen enormemente los procesos de enseñanza-aprendizaje, desde su

planteamiento inicial marcado por un enfoque abierto y plural, pasando por un dinámico y eficaz desarrollo de los mismos en los que el debate y la reflexión colectiva son sus principales motores, hasta concluir con la obtención de resultados beneficiosos para todos, que favorecen su mejora continua.

10.2. Desde el área de Instalaciones.

La posibilidad de controlar in-situ la colocación de los elementos instalados, la separación entre instalaciones diferentes, la comprobación de normativas y, en definitiva, la visualización en tiempo real de la instalación mientras se diseña, ofrece un campo realmente importante de trabajo y desarrollo de estudio.

La creación de una base de datos virtual para ponerla a disposición de los profesores, alumnos y profesionales del sector de la construcción para que puedan emplearla en trabajos de este tipo sirviéndose de esta experiencia.

El desarrollo del trabajo ha demostrado además que aunque existen en el mercado diferentes programas capaces de abordar teóricamente el cálculo y dimensionamiento de las instalaciones, desde un punto de vista operativo es imprescindible recurrir siempre a la personalización de un programa de trabajo que unifique las necesidades de diseño, visualización, representación y medición de las instalaciones.

10.3. Desde el área de Mediciones.

La posibilidad de control del presupuesto desde la propia fase de diseño ofrece un considerable atractivo para todos los profesionales de la

arquitectura y la docencia. Esta posibilidad, no está carente de constancia y perseverancia, pues el proceso operativo no resulta tan simple como a priori pudiera parecer.

La complejidad operativa y necesidad de protocolos de intercambio de datos de este tipo de programas obligan a que el profesional encargado posea un magnífico control del mismo, con vistas a que el resultado sea coherente con las expectativas suscitadas.

La exactitud y adecuación de un presupuesto a la obra ejecutada, pasa por la correcta definición de los epígrafes introducidos en la medición con mención expresa de sus criterios de medición. Este ha sido un tema de trascendental importancia en el trabajo, pues hemos procurado adaptar los criterios de medición y las partidas del proyecto a los del Banco de Costes de la Construcción de Andalucía, resultando en ocasiones imposible de realizar, a veces porque los criterios no se correspondían, a veces simplemente porque la partida no existía. Esto ha motivado no pocos debates en las reuniones de trabajo, y al final ha sido necesaria la definición de nuevos epígrafes para resolver los problemas con partidas concretas.

No obstante, la experiencia ha resultado muy positiva, aunque el excesivo tiempo dedicado a la resolución de problemas, ajenos al propio proyecto, ha motivado que se optara por que una vez resueltos los más importantes de cada capítulo se pasara al siguiente, aunque no se acabara ese, con objeto de poder tratar todas las áreas previstas.

10.4. Desde el área Gráfica.

Para los representantes de este sector ha supuesto una experiencia de contraste, al ver sometido cada uno de los elementos introducidos al filtro de la normativa y al control de la medición y presupuesto.

Hemos comprobado también la dificultad que supone el requerimiento de los demás compañeros a la hora de la introducción de los datos de proyecto, sobre todo por la exigencia que nos hemos puesto nosotros mismos, intentando que los elementos introducidos en la maqueta virtual tuvieran una múltiple funcionalidad, visión virtual, representación bidimensional (plano) y medición con presupuesto.

Resultado de ese esfuerzo ha sido la obtención de los planos de la vivienda de modo interactivo de manera que las modificaciones y correcciones introducidas en la maqueta virtual son asumidas por los planos hasta el instante antes de proceder a su ploteado.

Es de destacar la falta de reciprocidad con la que trabaja, concretamente el programa CYPE, en la elaboración de documentación gráfica, pues aunque recibe la información de la maqueta en formato IFC, para los diferentes apartados del proyecto (Estructuras, Instalaciones, etc.), sólo exporta resultados a nivel gráfico en archivos tradicionales como DWG, DXF ó PDF. Lo que origina que para la realización de los planos de obra sea necesario importar estos archivos al programa original con el que se generó el archivo IFC, para posteriormente reelaborar los planos correspondientes.

10.5. Desde el área de la Eficiencia

En relación al estudio de la demanda energética de los edificios se ha podido comprobar que el diseño de la maqueta virtual con programas BIM facilita enormemente esta labor, al posibilitar la definición pormenorizada y visualización de la envolvente del edificio y su posterior incorporación a programas de cálculo específicos, tanto basados en la opción simplificada como en la opción general.

Por otro lado, las principales dificultades encontradas han surgido en la interoperabilidad entre estos programas, así han surgido problemas en la definición de elementos constructivos y en el número de espacios y elementos que los distintos programas son capaces de procesar dependiendo del grado de perfeccionamiento de los mismos. En este sentido, el programa LIDER, documento reconocido del Código Técnico de la Edificación, presenta importantes restricciones en la importación de edificios con un elevado número de espacios y elementos; restricciones que hay que conocer desde un primer momento para poder diseñar la maqueta virtual de una forma adecuada.

Otro inconveniente del LIDER es que en la actualidad no permite importar la maqueta virtual directamente de los programas BIM, como el ALLPLAN, y precisa de un programa informático intermedio como el CYPE Instalaciones del edificio para realizar esta acción. Esta circunstancia ralentiza el proceso de trabajo y lo dificulta, tanto a nivel operativo, ya que hay que coordinar el lenguaje de los tres programas empleados, como a nivel económico, ya que se precisan más licencias en los estudios profesionales.

Finalmente, los problemas de interoperabilidad entre distintos programas informáticos se

traducen en la falta de reversibilidad de las acciones efectuadas en los programas finales. Así, sería deseable que los cambios introducidos en la envolvente del edificio en el LIDER se actualizaran automáticamente en el resto de programas para poder trabajar en todo momento con el diseño del edificio definitivo.

Pese a todo lo anterior, el avance en relación a las herramientas disponibles para estudiar el comportamiento energético de los edificios es enorme. Cabe resaltar que este estudio energético pasa por la concepción y análisis del edificio en sus tres dimensiones para poder evaluar su comportamiento en relación al entorno exterior que lo envuelve. Por este motivo, tanto desde el mundo académico como desde el profesional es indispensable vincular esta disciplina a la utilización de los programas BIM.

10.6. Desde el área de Estructuras.

En relación con la estructura hemos encontrado mucha dificultad en la definición adecuada del fichero IFC para su correcta importación al programa CYPE. Aunque se ha avanzado mucho en este tema, aún queda mucho trabajo en el apartado de las estructuras. Como hemos comentado en el punto de estructuras hay algunos elementos estructurales que todavía el programa no es capaz de entender a pesar de que sí posee las herramientas para calcularlas como son los forjados inclinados, los pilares metálicos, los muros de sótanos o los núcleos de escalera.

Pero quizás uno de los mayores inconvenientes es no poder tener una comunicación bilateral de los programas, es decir, existe la comunicación entre ALL PLAN a CYPE, pero no el proceso inverso, no pudiendo traspasar la información

obtenida con CYPE al programa ALL PLAN.

Aunque la experiencia ha sido muy interesante todavía queda mucho camino hasta que a estas herramientas seamos capaces de aprovechar toda su capacidad.

11. Líneas de investigación abiertas.

Seguir avanzando en la coordinación de las diferentes materias de la titulación de Grado en Ingeniería de Edificación. Para ello, durante el curso 2011/12 se abordará la realización del proyecto de investigación “Integración de materias de Ingeniería de Edificación y su aplicación a métodos avanzados de trabajo”, subvencionado dentro de la Convocatoria 2011 de ayudas para Investigación Docente del I Plan Propio de Docencia.

Integrar, en futuros cursos académicos, otras disciplinas de la titulación de Grado en Ingeniería de Edificación en la experiencia. De este modo, a partir de la construcción de la maqueta virtual se abordaría el análisis de aspectos relevantes de la edificación tales como las estructuras, la eficiencia energética, la generación de residuos y la planificación de las obras, entre otros.

Utilizar la maqueta virtual realizada, así como su proceso constructivo, en la docencia de las asignaturas participantes en el proyecto (Infografía y Maquetación Virtual, Instalaciones I y II, Estructuras, Construcción Sostenible y Mediciones y Presupuestos), involucrando a los alumnos en la experiencia. Asimismo, se propone crear un grupo multidisciplinar de Proyecto Fin de Grado en el que se desarrolle activamente, por parte de profesores y alumnos, la metodología de este trabajo de investigación.

Para motivar a otros compañeros a sumarse a esta iniciativa es imprescindible difundir adecuadamente los resultados alcanzados en este segundo proyecto mediante la impartición de conferencias, la participación en congresos, la

celebración de sesiones de trabajo abiertas y la publicación de memorias en las que se plasme la experiencia adquirida y las conclusiones del trabajo realizado.

12. Referencias.

- Architectural transformations via BIM*, 2009, A+U Publishing, Tokyo.
- Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de los edificios de nueva construcción* :Real Decreto 472007, 2007, 1º edn, Legran, Madrid.
- Código técnico de la edificación (CTE)*:Real Decreto 314 2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, 2006, Boletín Oficial del Estado : Ministerio de Vivienda, Madrid.
- Norma de construcción sismorresistente* :NCSE-02, 2002, Liteam, Madrid.
- Normativa ilustrada de fontanería* :(B.O.E., orden de 9 de diciembre de 1975) : Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua : (tratamiento gráfico por párrafos), 2002, 5ª edn, Catálogos técnicos, Madrid.
- "Allplan BIM 2008 :manual" 2000, in Nemetschek, Madrid, pp. 207.
- "Allplan BIM 2008 :tutorial" 2000, in Nemetschek, Madrid, pp. 371.
- Ayuntamiento de Palma del rio*. Available: <http://www.pueblos-espana.org/andalucia/cordoba/palma+del+rio/> (Consultada el 27/06/2011).
- Base de Costes de la Construcción de Andalucía* (BCCA) 2009. Septiembre '09. Banco de Precios - Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio - Junta de Andalucía. Available: http://www.juntadeandalucia.es/viviendayordenaciondelterritorio/www/jsp/estatica.jsp?pm=0&ct=-1&pmsa=0&e=biblioteca_archivos/..planificacion/publicaciones/banco_precios_construccion/bcca0909/bcca0909.html [2010, 7/1/2010].
- Programa LIDER*. Available: http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0002.html (Consultada el 27/06/2011).
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación 2005, "Libro blanco :título de Grado en Ingeniería de Edificación" in Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, Madrid, pp. 228.
- Alcalde Pecero, F. 2003, *Banco de detalles arquitectónicos*, 1ª , 5ª reimp edn, Marsay, Sevilla.
- Arizmendi Barnes, L.J. 2005, *Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios*, 7ª renov edn, Eunsa, Pamplona.
- Arizmendi, L.J. 2005, *Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios*, 7ª renov edn, Eunsa, Pamplona.
- Arizmendi, L.J. 2004, *Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios*, 6ª renovada edn, Eunsa, Pamplona.
- Arizmendi, L.J. 2004, *Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios*, 6ª renovada edn, Eunsa, Pamplona.
- renovada edn, Eunsa, Pamplona.
- Brochner, J. & Sjostrom, C. 2003, "Quality and coordination: internationalizing Swedish building research", *Building Research and Information*, vol. 31, no. 6, pp. 479-484.
- Carsten Petersdorff, Thomas Boermans, Ole Stobbe, Suzanne Joosen, Wina Graus, Erwin Mikkers & Jochen Harnisch 2010, *Mitigation of CO2 emissions from the building stock*, ECOFYS GmbH, Eupener Straße.
- Chueca, P. & Broto, C. 2007, *Casas unifamiliares :la casa actual*, Links, Barcelona.
- Cortés Albala, I. & et al. 2010, *INTEGRACIÓN TRANSVERSAL DE MATERIAS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN*, OCE, S.A., Sevilla.
- Cuadras Avellana, J. 2009, *Allplan :guía práctica*, Jcuadras, S.L.
- CYPE Ingenieros , *CYPE software para arquitectura, ingeniería y construcción*. Available: http://versiones.cype.es/after_hours.htm [2011, 07/11].
- Dominguez, S. 2010, *Apuntes del N-4 Taller de aplicación del Código Técnico de la Edificación: Ahorro de energía y certificación energética*.
- Eastman, C.M. 2008, *BIM handbook :a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and*

- contactors, Wiley, Hoboken, NJ.
- España 2008, *Real Decreto 1052/2008*, Ministerio de la Presidencia, Madrid.
- España 2007, *RITE-07 :Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios : adaptado al Código Técnico de la Edificación*, Liteam, Madrid.
- España. Ministerio de Ciencia y Tecnología 2008, *Reglamento electrotécnico para baja tensión :Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 : ITC-BT y documentación complementaria del REBT*, Act 2008 edn, Marcombo, Barcelona.
- España. Ministerio de Fomento 2008, *EHE-08: Instrucción de hormigón estructural : con comentarios de los miembros de la Comisión Permanente del Hormigón*, Ministerio de Fomento, Madrid.
- García Navarro, M. 2011, *Proyectos Arquitectónicos Infográficos basados en Programas de Tecnología BIM. El BIM Manager*, Trabajo Fin de Master edn.
- Isaac, S. & Navon, R. 2009, "Modeling building projects as a basis for change control", *Automation in Construction*, vol. 18, no. 5, pp. 656-664.
- Lee, G., Sacks, R. & Eastman, C.M. 2006, "Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system", *Automation in Construction*, vol. 15, no. 6, pp. 758-776.
- Llácer Pantión, R. & Fundación Cultural del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla 2001, *Instalaciones de suministros :normas de las compañías de servicios*, Fundación Cultural del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla, Sevilla.
- Lucas Ruiz, R. & Llácer Pantión, R. 2001, *Manual para la implantación de instalaciones de energía solar térmica en viviendas*, Consejería de empleo y desarrollo tecnológico, S.L.
- Mahdavi, A. & El-Bellahy, S. 2005, "Effort and effectiveness considerations in computational design evaluation: a case study", *Building and Environment*, vol. 40, no. 12, pp. 1651-1664.
- Pati, D. & Augenbroe, G. 2007, "Integrating formalized user experience within building design models", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, vol. 22, no. 2, pp. 117-132.
- Pellegrino, P. 1999, *Arquitectura e informática*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Quiñones Rodríguez, R. et al. 2010, *AMPLIACIÓN DE CAD, Memoria Anual Curso 2008/2009*, OCE,S.A., SEVILLA.
- Quiñones Rodríguez, R. 2009, *MODELO INTEGRADO DE INFORMACIÓN DEL EDIFICIO*, Trabajo Fin de Master edn.
- Ramírez de Arellano Agudo, A. 2010, *Presupuestación de obras*, 4ª , act con la geion de RCD edn, Universidad de Sevilla,
- Secretariado de Publicaciones, Sevilla.
- Sainz, J. & Valderrama, F. 1992, *Infografía y arquitectura : dibujo y proyecto asistido por ordenador*, Nerea, Madrid.
- Spohrer, R. 1997, "3D for architects with Allplan FT", *Computer Graphics World*, vol. 20, no. 5, pp. 62-64.
- Steele, J. 2001, *Arquitectura y revolución digital*, Gustavo Gili, México.
- Thompson, B.P. & Bank, L.C. 2010, "Use of system dynamics as a decision-making tool in building design and operation", *Building and Environment*, vol. 45, no. 4, pp. 1006-1015.
- Tunstall, G., Valderrama, F. & Rivas, M.J. 2009, *La gestión del proceso de edificación :del croquis a la ejecución*, Reverté, Barcelona.
- Turner, J.A. 1992, "Conceptual Modeling Applied to Computer-Aided Architectural Design", *Building and Environment*, vol. 27, no. 2, pp. 125-133.
- Uddin, M.S. 1999, *Digital architecture*, McGraw-Hill, New York etc.
- von Wodtke, M. 2001, *Diseño con herramientas digitales*, McGraw-Hill, México.
- Whyte, J. 2002, *Virtual reality and the built environment*, Architectural Press, Oxford; Boston.
- Wildbur, P. & Burke, M. 1998, *Infográfica :soluciones innovadoras en el diseño*

contemporaneo, Gustavo Gili, Barcelona.

Wu, R., van Hoof, P., Maas, G. & Tolman, F. 2000, "Product modeling for dimensional control in the building industry", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, vol. 15, no. 5, pp. 330-341.

Yan-chuen, L. & Gilleard, J.D. 2000, "Refurbishment of building services engineering systems under a collaborative design environment", *Automation in Construction*, vol. 9, no. 2, pp. 185-196.

Yang, Q.Z. & Xu, X.J. 2004, "Design knowledge modeling and software implementation for building code compliance checking", *Building and Environment*, vol. 39, no. 6, pp. 689-698.

